



**UNIVERSIDAD VERACRUZANA**  
**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**  
**Licenciatura en Agronegocios Internacionales**

---

**LA IMPORTANCIA DE LA HUELLA  
HÍDRICA Y DE LA HUELLA SOCIAL EN LOS  
AGRONEGOCIOS**

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

**MONOGRAFÍA**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN AGRONEGOCIOS  
INTERNACIONALES**

PRESENTA:

**MARÍA FERNANDA VÁZQUEZ PÉREZ**

ASESOR:

**Dr. JOSÉ ALFREDO VILLAGÓMEZ CORTÉS**

**Dra. PATRICIA DEVEZÉ MURILLO**

**H. VERACRUZ, VER.**

**AGOSTO 24 DE 2020**

## **CONTENIDO**

AGRADECIMIENTOS .....	iv
DEDICATORIAS .....	v
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1
1. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
1.1. INDICADORES AMBIENTALES .....	2
1.2. DESARROLLO SOSTENIBLE .....	3
1.3. EL AGUA Y LA HUELLA HÍDRICA .....	4
1.3.1. El AGUA .....	4
1.3.2. LA HUELLA HÍDRICA .....	4
1.3.3. COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA.....	5
1.4. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA Y LA HUELLA SOCIAL .....	6
1.4.1. HUELLA SOCIAL .....	6
1.4.2. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA.....	6
1.4.3. PRINCIPIOS DE LA HUELLA SOCIAL.....	7
1.5. LAS HUELLAS AMBIENTALES Y LOS AGRONEGOCIOS .....	8

2. JUSTIFICACIÓN .....	9
3. OBJETIVOS .....	10
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	10
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	10
4. METODOLOGÍA .....	11
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	11
4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
5. LA HUELLA HÍDRICA .....	14
5.1. El AGUA .....	14
5.2. LA HUELLA HÍDRICA Y SUS COMPONENTES .....	14
5.3. EL AGUA VIRTUAL Y SU RELACIÓN CON LA HUELLA HÍDRICA.....	16
5.4. MEDICIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA .....	17
5.5. LEYES DEL AGUA EN EL MUNDO .....	18
5.6. LEY DE AGUA NACIONALES EN MÉXICO .....	19
5.7. ADMINISTRACIÓN DEL AGUA Y HUELLA HÍDRICA EMPRESARIAL.....	21
5.8. VALOR ECONÓMICO DEL AGUA .....	22
5.9. LA HUELLA HÍDRICA EN MÉXICO Y EL MUNDO .....	22
5.10. El AGUA EN LA AGRICULTURA .....	26
5.11. AUTOSUFICIENCIA HÍDRICA Y ALIMENTARIA .....	29
5.12. LOS AGRONEGOCIOS COMO REDUCTORES DE LA HUELLA HÍDRICA .....	32

6. HUELLA SOCIAL .....	35
6.1. OBJETIVOS 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE .....	36
6.2. PRINCIPIOS DE LA HUELLA SOCIAL.....	38
6.3. IMPACTO SOCIAL .....	39
6.4. IMPACTO EN EL ENTORNO .....	40
6.5. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA.....	40
6.6. INVERSIÓN SOCIALMENTE RESPONSABLE (ISR).....	41
6.7. HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA .....	42
CONCLUSIONES .....	44
LITERATURA CITADA .....	46

## **AGRADECIMIENTOS**

A mí, por tener la fortaleza de llegar hasta aquí.

A mi madre: María de Lourdes Pérez Uscanga.

A mis asesores, el Dr. José Alfredo Villagómez Cortés y la Dra. Patricia Devezé Murillo, por aceptar guiarme en este trabajo, brindarme su tiempo y compartirme sus conocimientos.

Y finalmente, a la vida, por dejarme llegar hasta este momento.

## **DEDICATORIAS**

Mami, gracias por apoyarme siempre, por ser mi pilar y ayudarme a levantarme en los peores momentos; porque a pesar de ser tan diferentes, siempre me escuchas y me apoyas en todo. Gracias por darme fortaleza para enfrentar los desafíos de la vida.

Familia, si los nombrara a cada uno jamás terminaría. Gracias infinitas por ser siempre mi sostén y mi fortaleza. Sé que nunca estaré sola.

Mis amigas, ¡comadres! Sin ustedes esta aventura no hubiera sido igual, con ustedes viví los mejores cuatro años de la vida. Gracias a ustedes tengo las mejores historias para contarle a mis hijos y nietos....y las que nos faltan... ¡las quiero!.

¡Gracias!

## **ÍNDICE DE CUADROS**

Cuadro 1. Origen y productos que componen la huella hídica externa de México. ....	25
Cuadro 2. Promedio mundial de volumen de agua requerido por algunos productos agrícolas.....	27
Cuadro 3. Huella Hídrica de los 20 alimentos más consumidos en México indicando los porcentajes para huella interna y externa. .....	30
Cuadro 4. Componentes de la huella social de las empresas en las comunidades locales. .	36

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Flujos regionales de agua virtual por comercio agrícola e industrial ..... 24

Figura 2. Aplicación de agua para irrigación y requerimientos por producto. ..... 28

## RESUMEN

Vázquez Pérez, María Fernanda. 2020. La importancia de la huella hídrica y de la huella social en los agronegocios. Monografía de Licenciatura en Agronegocios Internacionales. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver. Asesores: Dr. José Alfredo Villagómez Cortés y Dra. Patricia Devezé Murillo.

Las huellas hídrica y social son indicadores del impacto ambiental que se genera como resultado de la demanda de los recursos existentes en los ecosistemas. Con el objetivo de sintetizar los conceptos referentes a la huella hídrica y la huella social en los agronegocios, se realizó una revisión de literatura especializada referente al tema. La metodología empleada se basó en el método exploratorio, mediante el cual se revisaron diversas fuentes bibliográficas, electrónicas, y bases de datos. Como criterio de búsqueda se utilizaron términos como: agua virtual, impacto social, desarrollo sostenible, agricultura sostenible, sostenibilidad, responsabilidad social empresarial, así como otros conceptos relacionados con el tema. Con base en lo obtenido, se detallaron los conceptos de Huella Hídrica y de Huella Social, se mencionan otros conceptos relevantes asociados con la investigación. Se realizó una selección, ordenamiento y jerarquización de los temas, tomando en consideración los principales aspectos relacionados en un contexto global, considerando también los aspectos agropecuarios. El trabajo se desarrolla en dos capítulos que de forma progresiva abundan sobre los diversos aspectos que se relacionan con la temática. Se concluye que para disminuir la demanda de los recursos naturales es necesario cambiar las políticas agrícolas y comerciales dándoles un enfoque más sustentable, además de incorporar al uso consuetudinario indicadores de la huella hídrica y de la huella social, para de esta forma eficientar los métodos de producción y consumo de los agronegocios y promover con ello un desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** agua virtual, demanda agrícola de agua; desarrollo sostenible, gestión de recursos hídricos, gestión ambiental, impacto ecológico, recursos no renovables, responsabilidad social corporativa, uso sostenible del agua.

## **ABSTRACT**

Vázquez Pérez, María Fernanda. 2020. The importance of water footprint and social footprint in agribusinesses. Monograph of Degree in International Agribusiness. School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of Veracruz. Veracruz, Mexico. Advisors: Dr. José Alfredo Villagómez Cortés and Dr. Patricia Devezé Murillo.

Water and social footprints are indicators of the environmental impact generated as a result of the demand for existing resources in ecosystems. In order to synthesize the concepts referring to the water footprint and the social footprint in agribusiness, a review of specialized literature on the subject was carried out. The methodology used was based on the exploratory method, through which various bibliographic, electronic, and database sources were reviewed. Terms such as: virtual water, social impact, sustainable development, sustainable agriculture, sustainability, corporate social responsibility, as well as other concepts related to the topic were used as search criteria. Based on the documents obtained, the concepts of Water Footprint and Social Footprint were detailed, other relevant concepts associated with the research are also mentioned. A selection, ordering and ranking of the topics was made, taking into account the main related aspects in a global context, and considering also agricultural aspects. The work is developed in two chapters that progressively abound on the various aspects that are related to the subject. It is concluded that to decrease the demand for natural resources it is necessary to change agricultural and commercial policies, giving them a more sustainable approach, in addition to incorporating indicators of water footprint and social footprint into customary use, in order to improve the methods of production and consumption of agribusiness and thereby to promote sustainable development.

**Keywords:** virtual water, agricultural demand for water; sustainable development, water resources management, environmental management, ecological impact, non-renewable resources, corporate social responsibility, sustainable use of water.

## **INTRODUCCIÓN**

Las “huellas” son indicadores del impacto ambiental que se generan a resultas de la demanda de los recursos existentes en los ecosistemas, relacionándolas con la capacidad de la tierra para generar sus propios recursos. La palabra *recurso* está asociada con la idea de algo que es valioso para satisfacer necesidades, pero que no está al alcance de todos. Por esta razón, el agotamiento de los recursos es uno de los problemas que más preocupa a nivel social (Organización de las Naciones Unidas, 1992).

La humanidad enfrenta un grave problema de agotamiento de los recursos, a pesar de que la mayoría de las personas no tienen acceso a estos. En el caso del agua, la mayor parte se utiliza para la agricultura, mientras que una cantidad sustancial se pierde en el proceso de riego, pues la mayoría de los sistemas funcionan de manera ineficiente. La huella hídrica, seguramente por su proximidad conceptual a la huella ecológica, es la que más impacto ha causado en la sociedad. Este indicador estima el volumen de agua consumido o contaminado para generar un producto, mantener un territorio, una organización o servicio (Hoekstra *et al.*, 2011).

Por otro lado, a la hora de afrontar y analizar estos problemas, se está adoptando un enfoque integrado y multinacional. Desde el punto de vista del desarrollo sostenible en los ámbitos social, económico y medioambiental, la información no financiera adquiere cada vez más relevancia a la hora de tomar decisiones. La necesidad de encontrar una solución real y práctica al problema de la pobreza y desigualdad; la necesidad de completar y acelerar el desarrollo sostenible, tanto en su vertiente ecológica, como en la social y en la económica; y la necesidad de que el sector productivo sea eso, y de que se creen indicadores con la capacidad para medir la responsabilidad de los países desarrollados. Es decir, la huella que estos países dejan en el sistema económico- ecológico. Por todo lo anterior, este trabajo sintetiza las bases necesarias para comprender la importancia de la huella hídrica y de la huella social e intenta facilitar la comprensión de los conceptos relacionados, de modo que se pueda entender el alcance de ambas huellas en los agronegocios.

# **1. REVISIÓN DE LITERATURA**

## **1.1. INDICADORES AMBIENTALES**

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo (OECD, 2013). En términos simples un indicador ambiental es un elemento que describe analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado.

La OECD (2013) menciona que la importancia de los indicadores reside en el uso que se les puede dar, ya que son una herramienta de información al público, con datos científicos que ayudan a la sociedad a tomar un papel más activo en los problemas ambientales. Los indicadores ambientales se utilizan a nivel nacional e internacional para diversos fines, entre ellos, servir como herramientas para informar el estado del medio ambiente, evaluar el desempeño de políticas ambientales y registrar los progresos del desarrollo sustentable.

En temas complejos como es el caso del ambiental, la elaboración y uso de parámetros permite una visión general de la situación, algunos de los parámetros más conocidos para evaluar la sustentabilidad ambiental son las huellas (*Footprint*): huella de carbono, huella hídrica, huella ambiental y huella social. Las Huellas miden el consumo de los recursos naturales y lo comparan con la capacidad natural de renovación de estos recursos. Las huellas de un país son la cantidad de área requerida para producir los alimentos e insumos necesarios. Esta fue una propuesta realizada hecha por Rees y Wackernagel (2007), la cual se utiliza como una forma de evaluar la sustentabilidad ambiental de un país.

El desafío de los indicadores ambientales es el convencer que sus evaluaciones representan la situación real, en este caso de la sustentabilidad ambiental. En otras palabras,

los indicadores ambientales son útiles, pero no son perfectos, en el mejor de los casos reflejan solo una parte de la realidad de la situación, pero son las mejores herramientas disponibles para tomar decisiones en relación con el ambiente (OECD, 2013).

## **1.2. DESARROLLO SOSTENIBLE**

En la década de 1980 “la mirada objetivizante se dirigió no hacia la gente, sino hacia la naturaleza, o, más bien, al medio ambiente” (Escobar, 1996). Sin embargo, fue hasta 1992 en la Conferencia de Río que se presentó al público el concepto de desarrollo duradero, sostenible o sustentable. Ahora bien, este tipo de desarrollo reúne todas las esperanzas de los desarrollos en particular, pues se trata de un desarrollo “económicamente eficaz, ecológicamente sostenible, socialmente equitativo, democráticamente fundado, geopolíticamente aceptable, y culturalmente diversificado” (Latouche, 2007, p. 39).

Ante la percepción del agotamiento de los recursos no renovables y el deterioro creciente del medio natural como resultado de los desechos de la civilización industrial, el ambiente se convirtió en objeto de preocupación para los políticos, los científicos y la comunidad en general (Arroyo *et al.*, 1997). Por esta razón se llevaron a cabo varias conferencias por parte de la Organización de las Naciones Unidas, dentro de las más importantes se encuentran la de Estocolmo en 1972, la de Río de Janeiro en 1992, la de Kyoto en 1998 y la de Johannesburgo en 2002.

La Organización de las Naciones Unidas estableció a escala mundial 17 Objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Organización de las Naciones Unidas, 2015), varios de ellos relacionados con la alimentación y la sostenibilidad, entre los cuales cabe destacar los siguientes:

Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.

Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.

Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

### **1.3. EL AGUA Y LA HUELLA HÍDRICA**

#### **1.3.1. EL AGUA**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas, el agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, las actividades agrícolas y pecuarias, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. De igual forma, se menciona que el agua forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente. En la medida en que la población mundial crece, también lo hace la demanda de alimentos y la necesidad de producir más cultivos. En muchas regiones del mundo, el agua se ha convertido en un recurso escaso, con suministros afectados por cambios climáticos; la escasez de agua no sólo limita la capacidad de los agricultores para regar sus cultivos, sino que la disminución de los suministros de agua subterránea y el exceso para riego contribuyen a la escasez de agua (ONU, 2019a). El uso de agua contaminada no solo degrada la calidad del agua subterránea, también representa un grave peligro para la salud de los residentes del área afectada (Ashraf *et al.*, 2010).

#### **1.3.2. LA HUELLA HÍDRICA**

La huella hídrica es un indicador que muestra la apropiación humana de los recursos hídricos. Se refiere al volumen total de agua dulce empleado para producir algo, ya sea que se haya incorporado al producto, la evapotranspiración por algún cultivo que se devuelve a

otra cuenca, o la descarga contaminante hacia algún cuerpo de agua (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012).

Los primeros estudios realizados sobre la Huella Hídrica se llevaron a cabo por Hoekstra y Hung (2002) y Chapagain y Hoekstra (2004). Chapagain y Hoekstra (2004) definen a la Huella Hídrica como un indicador en relación con la cantidad de uso y consumo del agua por la población, así como contaminada para poder producir bienes y servicios a lo largo de toda la cadena de suministro, lo que por lo general se expresa en el volumen de agua utilizada por año. Este índice se desarrolló con la finalidad de medir el volumen total de agua que utilizan los habitantes de una determinada región.

### **1.3.3. COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA**

Llamas (2005) menciona que la Huella hídrica se compone de la huella hídrica verde - que se refiere al agua de lluvia-, la huella hídrica azul - que corresponde al agua superficial y subterránea-, y la huella hídrica gris, relativa al volumen requerido para asimilar la contaminación. La Huella Hídrica total se compone de la sumatoria de las huellas hídricas verde, azul y gris.

**Huella Azul.-** Se define como el volumen de agua dulce extraído de fuentes superficiales o de aguas subterráneas que utiliza la gente y que no se devuelve; para productos agrícolas se contabiliza sobre todo la evaporación del agua de regadío de los campos, es decir, el agua de lagos, ríos y acuíferos (Llamas, 2005; Mekonnen y Hoekstra, 2011).

**Huella Verde.-** La huella verde es el agua procedente de las precipitaciones que no se pierde o alimenta a las aguas subterráneas, y que se almacena en el suelo o permanece, de manera temporal en la parte superior del suelo o de la vegetación (Llamas, 2005; Mekonnen y Hoekstra, 2011).

**La Huella Gris.-** Indica el grado de contaminación del agua dulce que puede asociarse con los procesos de fabricación de un producto y con su cadena de suministro. Se refiere al

volumen de agua dulce requerido para asimilar la carga de contaminantes en comparación con las concentraciones normales y las normas de calidad del agua (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017).

## **1.4. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA Y LA HUELLA SOCIAL**

### **1.4.1. HUELLA SOCIAL**

La huella social se puede definir como el conjunto de impactos que genera una empresa sobre las comunidades locales y por comunidad local. Son las personas o grupos de personas que viven o trabajan en áreas que están económica, social o medioambientalmente afectadas, ya sea positiva o negativamente por las operaciones de la empresa (Stichting Global Reporting Initiative, 2011). En un sentido amplio, la huella social es el capital social -trabajo- que una entidad podría sostener con su capital físico, el cual procede, en última instancia, del capital natural - tierra, recursos naturales- (Doménech, 2009).

### **1.4.2. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA**

La Comisión Europea (2013), en su Libro Verde para fomentar un marco europeo para responsabilidad social de las Empresas, define como *empresa socialmente responsable* a aquella que, en el desarrollo de su actividad empresarial y en su relación con terceros, se guía por criterios no exclusivamente económicos sino por otros de naturaleza ética, social y medioambiental algunos de estos criterios son ámbitos de actuación laboral, socioeconómico y medioambiental; aplicabilidad a todo tipo de organización; planteamiento estratégico y progresivo que permite la medición y seguimiento de su evolución; complementariedad respecto a otras herramientas de gestión empresarial, con el objetivo de promover la sostenibilidad.

A principios de los años 1980s, algunas empresas comenzaron a publicar información sobre sus impactos ambientales, bien para mejorar sus problemas de imagen –en industrias conflictivas como la química–, o para demostrar lo bien que estaban haciendo su trabajo sin perjudicar al medioambiente (Tovar *et al.*, 2015).

La gestión inadecuada de los recursos hídricos y la disminución general de las precipitaciones han agravado los problemas de escasez de agua. Además, los conflictos por el uso del agua se han intensificado en las últimas décadas debido a una mayor competencia por los recursos hídricos disponibles. Para igualar las necesidades de agua de varios sectores competidores con los recursos hídricos disponibles para lograr la sostenibilidad económica y ecológica, se podrían utilizar técnicas de Sistemas de Información Geográfica para cuantificar el flujo de la corriente espacial y temporal. Además, se debe promover la recolección de agua de lluvia para mejorar la disponibilidad de agua para uso productivo (Mutiga *et al.*, 2010).

#### **1.4.3. PRINCIPIOS DE LA HUELLA SOCIAL**

La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo marca un punto de inflexión en la forma de abordar el problema del medio natural hasta nuestros días y constituye el comienzo de toda una nueva etapa de la evolución social: el desarrollo sostenible (Organización de las Naciones Unidas. (1987). A partir del Informe Brundtland “Nuestro futuro común”, surge el principio de equidad, por el cual, en lo que respecta al medio ambiente, cada persona tiene derecho, aunque no obligación, a hacer uso de la misma cantidad de espacio ambiental -energía, materias primas, terreno agrícola, bosques u otros espacios.

En relación con esto, y de acuerdo con Doménech (2009), la huella social se basa en tres principios:

- Todos los bienes y servicios producidos por el ser humano proceden en última instancia de los recursos naturales, por lo que los indicadores de la riqueza generada, como el Producto Interno Bruto (PIB), no son más que otra forma de expresar el "espacio ambiental".
- Todo el mundo tiene derecho a los frutos de la misma cantidad de espacio ambiental, mídase éste en hectáreas, en cantidad de recursos naturales o en PIB.

- Todos tienen derecho al desarrollo y al bienestar. La nueva globalización no solo debe fijar la atención en el capital físico, sino también en el capital social y en el capital natural -los recursos y el medio ambiente-.

### **1.5. LAS HUELLAS AMBIENTALES Y LOS AGRONEGOCIOS**

La producción de cultivos y alimentos no está siendo sostenible. El ritmo al que las actividades agropecuarias consumen recursos origina, en algunas regiones, escasez hídrica, mientras que globalmente es un importante contribuyente a la aceleración del cambio climático. El 70% de la deforestación y el 24% de las emisiones de carbono (FAO, 2016) tienen su origen en el sector primario, mismo que es responsable del 92% de la Huella Hídrica mundial (Hoekstra y Mekonnen, 2012).

En México, la producción de alimentos con base en la agricultura es el principal usuario de agua: 76% del volumen concesionado es para este sector (CONAGUA, 2015). La Huella Hídrica de los productos agropecuarios se distribuye entre la producción nacional y la producción del exterior. Si bien la autosuficiencia alimentaria es el volumen de consumo que satisface la producción, la autosuficiencia hídrica de la alimentación es la proporción del agua requerida para satisfacer esa producción nacional. El producir alimento requiere grandes volúmenes de agua, por lo que si se conoce el volumen de consumo para cada uno de los productos agropecuarios y su origen, es posible cuantificar las huellas hídricas interna y externa. Con esto, se puede saber qué tanta agua de la que requiere la producción de alimentos proviene del interior del país y qué volumen se está importando (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017). Por otro lado, la huella social no pretende ser solo un mero indicador del progreso social, sino que permite también la adopción de medidas correctoras globales inmediatas. Se cree por lo tanto, que la implantación de indicadores ambientales, como las huellas hídricas y social, constituye una oportunidad única para aspirar al cambio global con relación al uso irresponsable de los recursos y a la implementación de prácticas agropecuarias- agrícolas sostenibles.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Los problemas ambientales que se presentan en la actualidad llevan a realizar múltiples estudios e investigaciones en todos los campos relacionados con el ambiente, con el propósito de encontrar soluciones a cada uno de estos problemas. En el escenario más positivo, se implementan acciones de uso eficiente y manejo integrado de los recursos que incorporen tecnologías modernas y nuevas formas de administración.

El ser humano siempre se ha sostenido por los procesos tecnológicos que él mismo ha desarrollado con el propósito de mejorar su calidad de vida. Por esta misma razón surge la necesidad de crear indicadores de impacto ambiental y de desarrollo social generados por la demanda humana a los recursos naturales existentes en los ecosistemas relacionándolos con la capacidad ecológica de generar recursos que posee la tierra. Estos indicadores representan las áreas ecológicamente productivas (tales como cultivos, pastos y bosques), que son necesarios para generar recursos y para asimilar los residuos generados por determinada población.

Este trabajo busca abordar un tema novedoso, de gran proyección nacional e internacional, de alta competitividad y que suscita el interés para la mejora de la sociedad y de las empresas agroalimentarias, y se orienta al desarrollo sostenible, el comercio y el crecimiento. El analizar y comprender los conceptos de los indicadores ambientales: “Huella hídrica” y “Huella social” proporcionará dará una idea de la relevancia de la implementación de ambos indicadores en el marco de los agronegocios.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Resaltar la importancia de los indicadores ambientales a nivel global y regional para comprender los conceptos de las huellas hídrica y social y su relación con los agronegocios.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar la relación de la huella hídrica con la agricultura, el comercio y la sostenibilidad ambiental.
- Identificar la relación de la huella social en lo referente al desarrollo sostenible de la población y las empresas, en particular de carácter agropecuario y agroindustrial.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo, ya que se encamina a una observación general de los indicadores ambientales, teniendo como punto central los conceptos de Huella Hídrica y Huella Social, sobre los cuales se busca conocimiento detallado para descubrir cómo ocurren y tratar de interpretar los elementos subjetivos (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

En relación con las fuentes de información, la investigación fue documental, pues se requirió la indagación a través de documentos diversos. Por el control que se tuvo sobre las variables de la investigación, el estudio se considera como no experimental, porque se analiza el estado actual de la huella hídrica y la huella social y su relación con las variables consideradas. El alcance de la investigación es diverso. El estudio es exploratorio porque busca generar conocimiento sobre un tema del que se dispone de información, pero esta se encuentra dispersa, razón por la cual se detallan los conceptos de huella hídrica y huella social, mencionando otros conceptos relevantes para la investigación como: agua virtual, responsabilidad social empresarial, entre otros, con el fin de obtener una comprensión de los conceptos más amplia y enfocada en su relación con el sector agropecuario y las agroindustrias. El alcance también es descriptivo porque se intenta especificar el conjunto de propiedades, características y rasgos de la huella hídrica y la huella social. Por último, el alcance es explicativo, porque se busca establecer las causas de los fenómenos que se estudian.

### **4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación comprendió dos etapas, una documental, que consiste en la búsqueda de información sobre la temática a través de fuentes de tipo documental, referida a la indagación en diversas revistas, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informes técnicos de instituciones públicas o privadas, textos, trabajos presentados en conferencias, seminarios y foros, tesis y trabajos de grado, monografías y otros documentos de algunas

páginas electrónicas relacionadas con el tema. Como parte de las fuentes secundarias para realizar este trabajo, se visitó la biblioteca Jesús Tavizón Araiza de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana y se tuvo acceso a la Biblioteca Virtual de la Universidad Veracruzana para la búsqueda de material bibliográfico.

La monografía se realizó a través de la descripción de los conceptos relacionados con la huella hídrica y la huella social, y su relación con las actividades del sector agropecuario y el empresarial. Se utilizó el internet para buscar en google académico y distintas páginas de organizaciones, distintos documentos relacionados. Los datos se obtuvieron mediante buscadores de internet y bases de datos como:

- Google Académico, <https://scholar.google.com.mx/>
- Bibliotecas virtuales, <https://www.scielo.org.mx> y <https://www.redalyc.org/coleccionHome.oa>
- Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, <https://www.undp.org/>
- Organización de las Naciones Unidas, <https://www.un.org/es/about-un/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <http://www.fao.org/home/en/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), <https://www.oecd.org/>
- Water Footprint Network, <https://waterfootprint.org/en/>
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C., <https://agua.org.mx/biblioteca/>

El tipo de fuente que se consultó fue básicamente de carácter secundario. Para investigar en los motores de búsqueda se utilizaron palabras clave tanto en español como en inglés, tales como: huella hídrica, agua virtual, waterfootprint, huella verde, huella social,

huella de pobreza, ecological footprint, desarrollo sostenible, declaración de Río, inversión sostenible , agricultura sostenible, productividad y sostenibilidad, entre otras.

La segunda etapa tuvo un carácter de investigación de gabinete, para lo cual se organizaron los datos obtenidos en una secuencia lógica. Para ese propósito, todo lo colectado se desglosó en relación con los objetivos específicos propuestos de la siguiente manera: el agua, huella hídrica, agua virtual, medición de la huella hídrica, Ley de aguas en México, la huella hídrica en México y el mundo, el agua en la agricultura, huella social, desarrollo social, principios de la huella social, impacto social, responsabilidad social corporativa, huella ecológica, aplicación de la huella social y conclusiones.

## **5. LA HUELLA HÍDRICA**

### **5.1. EL AGUA**

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (2019b), el agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, las actividades agrícolas y pecuarias, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. Para el desarrollo del ser humano, el agua y los sistemas de saneamiento no pueden estar separados. Ambos son vitales para reducir la carga mundial de enfermedades y para mejorar la salud, la educación y la productividad económica de las poblaciones.

En muchas regiones del mundo, el agua se ha convertido en un recurso escaso, cuyo suministro se ve afectado por modificaciones climáticas. La escasez de agua no sólo limita la capacidad de los agricultores para regar sus cultivos, sino que el retiro de suministros de agua subterránea y el exceso para riego contribuye a la escasez de agua (Bellavita Carvajal, 2017).

El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 6 es: “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos”. Las metas de este objetivo cubren tanto los aspectos del ciclo del agua como los sistemas de saneamiento, y la continuación de este objetivo se ha planteado para que contribuya en el progreso de otros ODS, principalmente en salud, educación, crecimiento económico y medio ambiente. Esta escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria (Organización de las Naciones Unidas (2019b)).

### **5.2. LA HUELLA HÍDRICA Y SUS COMPONENTES**

La Huella Hídrica es un indicador que muestra la apropiación humana de los recursos hídricos y se refiere al volumen total de agua dulce empleado para producir algo, ya sea que se haya incorporado al producto, se haya evapotranspirado por algún cultivo, devuelto a

otra cuenca, o empleado por algún cuerpo de agua para asimilar la carga contaminante (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2017). Este indicador permite visualizar el uso oculto del agua en los alimentos y productos, y ayuda a comprender los efectos del consumo y el comercio, frente a la disponibilidad de agua (Arévalo Uribe, 2012). La Huella Hídrica es una herramienta de apoyo para la formulación de una estrategia de gestión sostenible del agua que ayuda a visualizar de manera temporal y geográficamente explícita el consumo humano de agua dulce, siendo una medida del volumen de agua de lluvia, superficial y subterránea empleada de forma directa e indirecta en actividades productivas (Hoekstra *et al.* 2011).

El estudio de la huella hídrica permite visualizar el uso oculto del agua y nos indica el camino por el que transita a través de un producto, proceso, industria, consumidor, cuenca, estado o país, lo cual da la posibilidad de evaluar su sostenibilidad e identificar cómo y dónde el consumo en un lugar impacta los recursos hídricos en otro sitio (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012).

Ramón Llamas (2005) desglosa la huella hídrica en: huella hídrica verde, que se refiere al agua de lluvia; huella hídrica azul, que corresponde al agua superficial y subterránea, y huella hídrica gris, relativa al volumen requerido para asimilar la contaminación. La huella hídrica es la sumatoria de las huellas hídricas verde, azul y gris.

La Huella Verde es el agua procedente de las precipitaciones que no se pierde o alimenta a las aguas subterráneas, y que se almacena en el suelo o permanece, de manera temporal, en la parte superior del suelo o de la vegetación Al hablar de un proceso, la Huella Hídrica verde es el volumen de agua de lluvia evaporada o incorporada al producto. Se refiere principalmente a la evapotranspiración del agua de lluvia en campos agrícolas y plantaciones forestales, es así como al agua incorporada en la cosecha o la plantación (Llamas, 2005).

La Huella Azul se define como el volumen de agua dulce extraído de fuentes superficiales o de aguas subterráneas que utiliza la gente y no es devuelta; para productos

agrícolas se contabiliza sobre todo la evaporación del agua de regadío de los campos Es decir, el agua de lagos, ríos y acuíferos. Al hablar de un proceso, la Huella Hídrica azul se refiere al volumen consumido como resultado de la producción de un bien o servicio (Llamas, 2005).

La Huella Gris indica el grado de contaminación del agua dulce que puede estar asociada con los procesos de fabricación de un producto y con su cadena de suministro. Se refiere al volumen de agua dulce requerido para asimilar la carga de contaminantes en comparación con las concentraciones normales y las normas de calidad de agua (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012).

La Huella Hídrica gris se calcula dividiendo la carga contaminante ( $L$ , en masa/tiempo) entre el estándar de calidad de agua de ese contaminante (concentración máxima aceptable,  $c_{máx}$  en masa/volumen), menos su concentración natural en el cuerpo receptor ( $c_{nat}$  en masa/volumen) (Hoekstra *et al* 2011).

### **5.3. EL AGUA VIRTUAL Y SU RELACIÓN CON LA HUELLA HÍDRICA**

El concepto Agua Virtual surge a partir de los estudios realizados por John Anthony Allan (2003), donde hace referencia al volumen de agua requerido para producir un bien o servicio, en el que identifica el agua como un recurso fundamental, necesario y primario para la producción. Allan consideró que exportar un producto que tiene altos requerimientos hídricos (agua virtual) es equivalente a exportar agua, de manera, que el país importador no necesita utilizar agua nacional para obtener un determinado producto y, por lo tanto, puede hacer uso de ella en otras actividades.

Velázquez (2011) considera que la potencialidad del concepto de Agua Virtual, más allá de la aplicación agrícola de requerimiento hídrico del cultivo, se basa en dos factores: en primer lugar, en la información proporcionada de los requerimientos de agua de todos los bienes y servicios, permitiendo cuantificar la cantidad de agua necesaria para producir una cantidad de un determinado producto por ejemplo: kilo de maíz, tonelada de carne de porcino o litro de cerveza. En segundo lugar, que puede ser relacionada con el comercio,

permitiendo analizar la información de los flujos de agua virtual entre regiones (principalmente países). Allan (1993) entiende que el agua virtual representa el cálculo de la cantidad total de agua que se requiere para obtener un producto, lo cual incluye el agua utilizada durante el cultivo, el crecimiento, procesamiento, fabricación, transporte y venta de los productos. Para cada alimento y producto agrícola o industrial se puede calcular el contenido de agua virtual y se dice que es virtual, porque no está presente en los productos - finales.

De acuerdo con Llamas (2005), el concepto de la huella hídrica se encuentra muy ligado al de agua virtual, ya que la huella hídrica es un concepto que se refiere al agua utilizada en la creación de un producto, por lo cual, se puede hablar del “contenido de agua virtual” de un producto, en lugar de su huella hídrica. No obstante, la huella hídrica tiene una aplicación todavía más amplia, ya que se refiere al índice de consumo de agua a través del conjunto de productos o servicios que esta consume. Esta diferencia es fundamental para la gestión del agua, pues es necesario desarrollar estrategias de ahorro tanto para los productores, como para los consumidores, pero sobre todo, para orientar la gestión en términos distintos a los monetarios, tomando en cuenta la disponibilidad de agua, particularmente en regiones de escasez (Hoekstra y Chapagain, 2008). En consecuencia, la huella hídrica no sólo se refiere a volumen contenido de agua de cada producto, sino a un indicador multidimensional que hace explícito el lugar de origen, la fuente - color y el momento en que el agua es utilizada y regresada al lugar de origen o bien a otro lugar (Llamas, 2005).

#### **5.4. MEDICIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA**

La huella hídrica se puede medir en términos de su producción, consumo interno y consumo externo. La huella hídrica de producción se obtiene de sumar el agua verde, azul y gris en todos sus procesos productivos agropecuarios, así como el agua azul y gris de los industriales y domésticos. La huella hídrica de consumo es lo que un país produce, después de sustraer las exportaciones y lo que se importa para consumo (Vázquez del Mercado y

Lambarri, 2017). La huella externa es la proporción del consumo de un país que fue producido en otro país (Agroder, 2012).

Las transferencias de agua virtual son el contenido de agua trasferido a otros países mediante el comercio de productos, este flujo de agua virtual entre naciones propicia que el 22% de la huella hídrica de consumo en el mundo resulte externa, por lo que paulatinamente se incrementan las sociedades comerciales entre países, lo cual se beneficia con los crecientes acuerdos comerciales o tratados de libre comercio internacionales. La huella hídrica permite visualizar y tomar en cuenta el consumo real de agua de las actividades humanas y relacionarlos con factores anteriormente considerados externos, como el comercio. También permite abordar de forma distinta los problemas de agua a nivel global incorporando el análisis de los flujos de agua implícitos en el intercambio de mercancías, a su vez también pretende ser una herramienta de planeación de manejo del recurso hídrico (AgroDer, 2012).

Bajo la perspectiva de la huella hídrica, se propone explorar la gestión de los recursos hídricos y otras relaciones del uso del agua con el consumo sostenible y las transferencias de agua virtual de los bienes y servicios, más allá de las fronteras de las cuencas nacionales e internacionales, mostrando las implicaciones locales y globales, tales como contaminación, escasez del recurso y la seria alteración de los ecosistemas asociada a la estructura de la economía global y al comercio mundial. Conocer los flujos de agua virtual que entran y salen de un país o de una cuenca hidrográfica puede mostrar la situación real del agua del país o de la cuenca en estudio (Hoekstra y Chapagain, 2008).

## **5.5. LEYES DEL AGUA EN EL MUNDO**

Varios países declaran los propósitos y objetivos de sus políticas de agua en su legislación de agua. La declaración de políticas es relevante para la interpretación, aplicación y el cumplimiento de la legislación. Las políticas suelen incluir la preservación de la calidad del agua y la promoción de un desarrollo sostenido en el tiempo. A medida que el agua se hace más escasa con respecto a la demanda, la necesidad de controlar el deterioro de la calidad

del agua se traduce en una legislación más detallada (Solanes y Gonzales Villareal, 2001). Estos autores también mencionan que el agua subterránea cada vez se encuentra más controlada y protegida, y que varios países cuentan con una legislación promulgada que requiere permisos y crean mecanismos administrativos para controlar el uso de agua subterránea en áreas especiales de gestión y restringir la expansión de actividades de alto consumo como la irrigación, y medidas administrativas que incluyen la emisión de certificados que aseguran el suministro de agua. Mientras que en la mayoría de los países el agua pertenece al dominio público, los derechos de uso de agua otorgados a individuos privados o a corporaciones, están protegidos bajo las disposiciones de propiedad de constituciones nacionales y en caso de países federales, constituciones estatales o provinciales. La imposibilidad de otorgar derechos de agua estables afecta negativamente el desarrollo. En Zimbabue, por ejemplo, las dificultades para adquirir derechos confiables de agua son un gran impedimento para nuevas inversiones agrícolas viables. Un sistema de derechos de agua estable es un incentivo para la inversión en el desarrollo y la conservación de los recursos hídricos.

## **5.6. LEY DE AGUA NACIONALES EN MÉXICO**

El agua es un recurso de propiedad común, es considerado libre y sin propietario, de modo que cualquiera puede usarlo de manera gratuita o bien pagando un precio muy bajo por el mismo, independientemente de que exista una disposición a pagar por él. Actualmente, la planificación y programación hídrica de México se fundamenta en la legislación de La Ley de Aguas Nacionales, que se considera como obligatoria y se alinea con las metas y objetivos del Plan Nacional de Desarrollo y programas relacionados (Presidencia de la República, 1992). La Ley de Aguas Nacionales se publicó el 1 de Diciembre de 1992, y al inicio contaba con 124 artículos. Sin embargo, en 2004 se reformaron 114 artículos, se adicionaron 66 y se derogaron dos. Esta Ley creó un sistema de derechos de agua, registro y transferencia, con la visión de promover la seguridad y la estabilidad en la gestión y el uso del agua (Ortiz Rendón, 2008).

La Ley de Aguas Nacionales indica que la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes es responsabilidad del Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de la Comisión Nacional de Agua. La ley tiene el propósito de contar con elementos que permitan revisar y adecuar el marco legal para regular la explotación, uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, su gestión y cuidado, y proponer acciones para su conservación y desarrollo sustentable (Zamora y Sánchez, 2020). De la misma forma, la Ley de Aguas Nacionales especifica que el ejercicio de la autoridad en la materia y la gestión integrada de los recursos hídricos, en el ámbito de las cuencas hidrológicas, regiones hidrológicas y regiones hidrológico-administrativas, la CONAGUA las realizará a través de los Organismos de Cuenca, apoyándose en los Consejos de Cuenca. Con base en esto, se debe entender que la Comisión Nacional del Agua es un órgano administrativo cuyo objetivo es ejercer atribuciones en materia hídrica, lo que incluye la administración, regulación, control y protección del dominio público hídrico (Ortiz Rendón, 2008). La Ley de Aguas Nacionales reconoce una administración en el territorio y una administración de la política mediante la CONAGUA, pero también es necesaria una gestión basada en cuencas esté ligada a los instrumentos de planeación territorial, como el ordenamiento ecológico en el territorio y la zona federal marítimo-terrestre. Otro punto relevante es tener agendas nacionales conectadas entre sí; un ejemplo de ello es la Agenda del Agua, la cual esta está ligada con la agenda verde que, a su vez, está ligada con la Agenda de Energía (Zamora y Sánchez, 2020).

Hasta el momento se han presentado muchas iniciativas de Ley General de Aguas. Prácticamente todas coinciden en que es necesario hacer una ley que regule de manera integral dicha materia, una Ley General de Aguas que atienda el mandato constitucional que dicho ordenamiento establezca las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos del país (Zamora y Sánchez, 2020).

## **5.7. ADMINISTRACIÓN DEL AGUA Y HUELLA HÍDRICA EMPRESARIAL**

De acuerdo con *Water Footprint Network* (2020), el agua es un recurso esencial para las operaciones comerciales, la falta de acceso y calidad de ésta representa un riesgo importante. La Huella Hídrica de una empresa es una combinación del agua que entra en la producción y fabricación de un producto o servicio y el agua utilizada en toda la cadena de suministro, así como durante el uso del producto. Una evaluación de la huella hídrica incluye dos componentes: la producción y la evaluación geográfica. Cada uno de estos contribuye a la administración del agua. Una empresa puede usar la evaluación de la Huella Hídrica para comparar su Huella Hídrica directa e indirecta y la sostenibilidad para ayudar a priorizar las estrategias de respuesta y establecer objetivos de reducción de ésta.

El comprender la Huella Hídrica de las empresas es comprender dónde es importante el agua para los negocios y cómo se relaciona con los productos que se están fabricando. Las empresas comienzan a darse cuenta de que la mala gestión del agua puede dañar su marca, su credibilidad, su calificación crediticia y los costos de la prima de sus seguros. Para cualquier empresa resulta crucial conocer la Huella Hídrica de las regiones y cuencas fluviales donde aterrizan sus huellas hídricas operativas y de la cadena de suministro (WWAP, 2015).

*Water Footprint Network* (2020) considera que comprender la huella hídrica puede ayudar a identificar los riesgos comerciales relacionados con el agua y las acciones estratégicas necesarias para lograr el uso sostenible del agua y la eficiencia de los recursos hídricos. La mayor utilidad de la huella hídrica radica en la evaluación de su sostenibilidad y en su potencial para ayudar a orientar las políticas públicas, a fin de lograr una gestión sostenible del agua con el desarrollo de distintos sectores. Si se considera que los recursos mundiales de agua dulce son limitados, la huella hídrica es un indicador muy útil, ya que muestra cuándo, dónde y cómo los consumidores, productores y los procesos individuales sobrecargan la demanda de este recurso limitado, identificando también con qué productos, servicios o sectores esta se relaciona. Su evaluación permite cuantificar y localizar las

huellas hídricas, determinar si son sostenibles e identificar opciones para reducirlas en caso necesario (Hoekstra *et al.*, 2011).

## **5.8. VALOR ECONÓMICO DEL AGUA**

El agua se puede relacionar con el concepto de bien libre, no obstante, desde hace algún tiempo se ha comenzado a extender la idea de la escasez del agua. La falta de agua aún tiene una dimensión geográfica, pero puede extenderse si no se pone freno al consumo. En China, se proyecta que los agricultores perderán hasta 30% o 40% del agua que utilizan en la actualidad; en Egipto, dadas sus características climáticas, cada vez se recurre más a la importación de bienes agrícolas que a los producidos en el país, ya que demandan un gran volumen de agua y le restan el carácter de bien económico (Young y Loomis, 2014; Griffin, 2016).

Donde la escasez de agua es más frecuente, sus consecuencias son más visibles. Muchos problemas se relacionan con el manejo de la demanda, por ejemplo, el poner un bajo precio. Los precios del agua típicamente están por debajo de su valor económico debido a los subsidios del gobierno y a los controles de precios. De igual forma, los procesos de asignación del agua no responden al cambio económico ni a las condiciones sociales en general. Los problemas de escasez aparecen a nivel mundial por la extendida falla de valoración del agua, un comportamiento estrechamente vinculado con la idea de abundancia, es decir, no se percibe un costo de oportunidad positivo al desperdiciar el agua (Fonseca, 1998; Arrojo Agudo, 1999). En países como México, Indonesia y Pakistán, los agricultores sólo pagan entre un 11% y 13% del costo del suministro hídrico.

## **5.9. LA HUELLA HÍDRICA EN MÉXICO Y EL MUNDO**

La huella hídrica es un concepto dinámico y versátil que va mucho más allá de mostrar el “agua que no se ve” – la cual equivale a cerca del 96% de la que en realidad se emplea (AgroDer, 2012). Esto permite además visualizar patrones y tendencias de uso del agua que tradicionalmente no se toman en cuenta y relacionarlos con la disponibilidad de agua relativa en una cuenca o acuífero, el grado de presión que se ejerce sobre el recurso en las

mismas, el nivel de eficiencia entre productos, industrias y regiones, así como los flujos de agua virtual a través del comercio de bienes y servicios (Agroder, 2012).

Los patrones de consumo y producción involucran mucha agua, y tienen efectos en diferentes regiones del mundo. Los hábitos alimenticios, los patrones de consumo y los estilos de vida son factores que determinan la magnitud de la huella hídrica. De hecho, los principales factores que determinan la huella hídrica de una región o país son las prácticas agropecuarias, los hábitos alimenticios de los habitantes, los patrones de consumos de los habitantes y el tipo de industria o grado de tecnificación de cada país (Water Footprint Network, 2020).

Las actividades productivas que se llevan a cabo en cada país son distintas y definen su desarrollo económico. Hay países especializados en actividades agropecuarias, otros con mayor auge en lo industrial y algunos que se han enfocado en los servicios. Así, la manera en que cada sector da un uso productivo al agua da forma a su huella hídrica de producción (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017). El impacto que genera el consumo de agua en cada sector queda íntegramente en el lugar de origen de los productos, es decir, se externalizan y regularmente los países importadores no toman responsabilidad ni sufren directamente las consecuencias por el impacto de la huella hídrica en la cuenca del país productor. Entre mayor sea la proporción de huella hídrica de los productos locales sobre los importados, el país es más autosuficiente en términos de huella hídrica; por el contrario, si la proporción de la huella de las importaciones es mayor ,el país será más dependiente del agua de otras regiones del mundo (Agroder, 2012).

Las condiciones que presentan el contexto geográfico determinan el grado de impacto que tiene una huella, es decir, no es igual una huella de 100 m<sup>3</sup>/año en un lugar con abundancia de agua que esos mismos 100 m<sup>3</sup>/año en una zona con escasez hídrica. Tampoco es igual si se extrae agua en temporada de lluvia o en temporada de sequía. Los factores temporales y geográficos juegan un papel importante en la huella hídrica (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

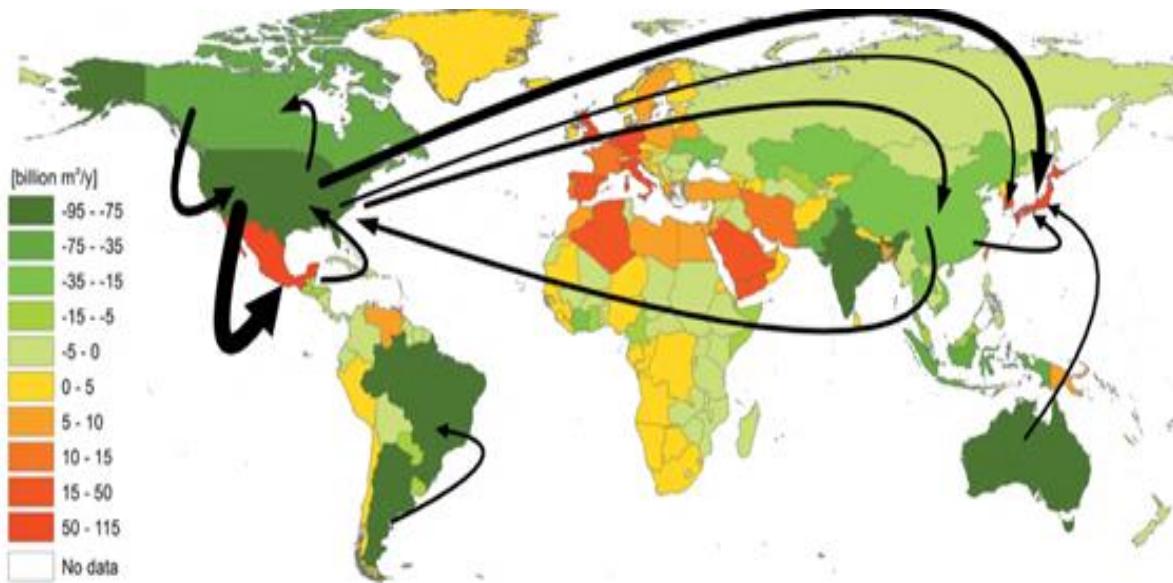


Figura 1. Flujos regionales de agua virtual por comercio agrícola e industrial.  
Las flechas muestran los flujos de agua virtual.

Fuente: Mekonnen y Hoekstra (2011).

En la Figura 1, los países que se muestran en verde tienen un balance negativo de exportación neta de agua virtual, mientras que los representados en amarillos tienen importación neta de agua virtual. Los mayores exportadores netos de agua virtual se encuentran en América del Norte y del Sur (EUA, Canadá, Brasil y Argentina), Asia (India, Pakistán, Indonesia, Tailandia) y Australia. Los más grandes importadores netos de agua virtual son el norte de África y Medio Oriente, México, Europa, Japón y Corea del Sur. Como se puede apreciar, el mayor flujo de agua virtual desde un mismo país es el que recibe México de los EUA. México es el mayor importador de agua virtual del continente americano después de Estados Unidos, la principal Huella Hídrica externa de México proviene de Canadá, China y Brasil, derivada de la importación de los productos que se muestran en el cuadro 1 (Mekonnen y Hoekstra, 2011).

**Cuadro 1. Origen y productos que componen la huella hídrica externa de México.**

ORIGEN	PRODUCTO
Estados Unidos	Algodón, soya, trigo, maíz, sorgo, productos de origen animal
Canadá	Colza, trigo
China	Algodón, productos industriales
Brasil	Soya, algodón, café, productos de origen animal, productos industriales

Fuente: Hoekstra (2015).

La Huella Hídrica externa de México en 2011 fue de 43%, cuando el promedio mundial fue de 21.7% (Water Footprint Network, 2020). Si bien esto implica un “ahorro” de los recursos hídricos, también significa una dependencia del exterior, que eventualmente podría poner en peligro la soberanía alimentaria. La dependencia no sería preocupante, de no ser porque se concentra en unos cuantos lugares, que además ya son puntos críticos por un intensivo uso no sostenible del agua (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012).

Desde la perspectiva del consumo nacional, la Huella Hídrica de México es equivalentes al 2.3% de la huella hídrica global, ubicándose como la octava mayor en el mundo (Mekonnen y Hoekstra, 2011). La mayor parte de la huella hídrica verde de México está asociada con la actividad agrícola (76%) y el pastoreo (24%); en el agua azul, se atribuye al riego agrícola el 85%, al pecuario el 6%, al doméstico el 8% y al uso industrial el 1%; respecto al agua gris, el 49% está ligada con la producción agrícola, 39% al uso doméstico y 12% al industrial (Agroder, 2012).

El ritmo al que las actividades agropecuarias consumen recursos origina en algunas regiones escasez hídrica, mientras que globalmente, es un importante contribuyente a la aceleración del cambio climático. El 70% de la deforestación y el 24% de las emisiones de carbono tienen su origen en el sector primario (FAO, 2017), mismo que es responsable del 92% de la huella hídrica mundial (Hoekstra y Makonnen, 2012).

En México, la agricultura es el principal usuario de agua, ya que 76% del volumen concedionado es para este sector (CONAGUA, 2015). Sin embargo, a pesar de este elevado uso de agua azul, la huella del sector es principalmente verde (77%), y en menor proporción azul (13%) y gris (10%), que totalizan 108,372 hectómetros cúbicos al año (Hoekstra *et al.*, 2011).

México ocupa el undécimo lugar en el mundo en huella de producción, compuesto en su mayor proporción por el sector agrícola (73%), que junto con el sector pecuario (18%) representan el 91% del volumen total (Hoekstra *et al.*, 2011). Como lo reconoce la propia *Water Footprint Network* (2020), la huella hídrica es un concepto relativamente nuevo que se encuentra en etapa de maduración y su evaluación es una nueva herramienta, que como tal, puede generar expectativas prometedoras aunque no del todo realistas. La huella hídrica no es más que un indicador relevante en el tema mucho más amplio de la asignación y uso sostenible, justo y eficiente de los recursos naturales. Obviamente, tiene que complementarse con una amplia gama de otros indicadores pertinentes, antes de que pueda surgir una visión global.

## **5.10. EL AGUA EN LA AGRICULTURA**

El 70% del agua que se extrae en el mundo se ocupa en la agricultura. A nivel mundial, más de 330 millones de hectáreas cuentan con instalaciones de riego. La agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo. Dado que la agricultura de riego es, en promedio, al menos dos veces más productiva por unidad de tierra, tiene un importante efecto de amortiguación contra el aumento de la variabilidad climática y permite una diversificación de los cultivos más segura (OECD, 2014). De acuerdo con el Banco Mundial (2020), se espera que una mejora de la eficiencia en el uso del agua vaya acompañada de una reasignación del agua en las regiones con estrés hídrico. También se prevé que esta reasignación provenga de la agricultura debido a su elevada participación en el consumo de agua. Los desplazamientos tendrán que ser tanto físicos como virtuales.

**Cuadro 2. Promedio mundial de volumen de agua requerido por algunos productos agrícolas.**

<i>Producto</i>	<i>Litros de agua por kg de producto</i>
Café (Tostado)	21,000
Café (Verde)	17,000
Fibra de algodón	8,200
Mijo	4,600
Semilla de algodón	3,600
Arroz (blanco)	3,400
Arroz (café)	3,000
Sorgo	2,850
Coco	2,550
Arroz (palay)	2,300
Soya	1,800
Cebada	1,400
Trigo	1,300
Maíz	900
Caña de azúcar	175

Fuente: Hoekstra y Chapagain (2008).

En México, aproximadamente, el 97 por ciento del agua concesionada para las actividades primarias se destinada al riego de cultivos (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017), de la cual una parte importante proviene de fuentes subterráneas. El cuadro 2

muestra una estimación del volumen de agua requerido por algunos productos agrícolas. Es evidente que resulta necesario utilizar menos agua para fines agrícolas, pero por otro lado, el uso más intensivo del agua en la agricultura es un elemento fundamental para el aumento sostenible en la producción de alimentos (Vázquez del Mercado y Buenfin, 2012).

La figura 2 muestra que, en promedio, en México se utiliza más agua por cada hectárea irrigada que en Estados Unidos y en Australia, pero menos que en Japón. Así, producir un kilogramo de un agroalimento (en este caso arroz, maíz, caña de azúcar o trigo) requiere usualmente un mayor volumen de agua en México que en Japón, Estados Unidos y Australia. Una excepción es el trigo, ya que producir un kilogramo del producto requiere un mayor volumen del líquido en Australia que en México (Hoeskstra y Chapagain, 2011).

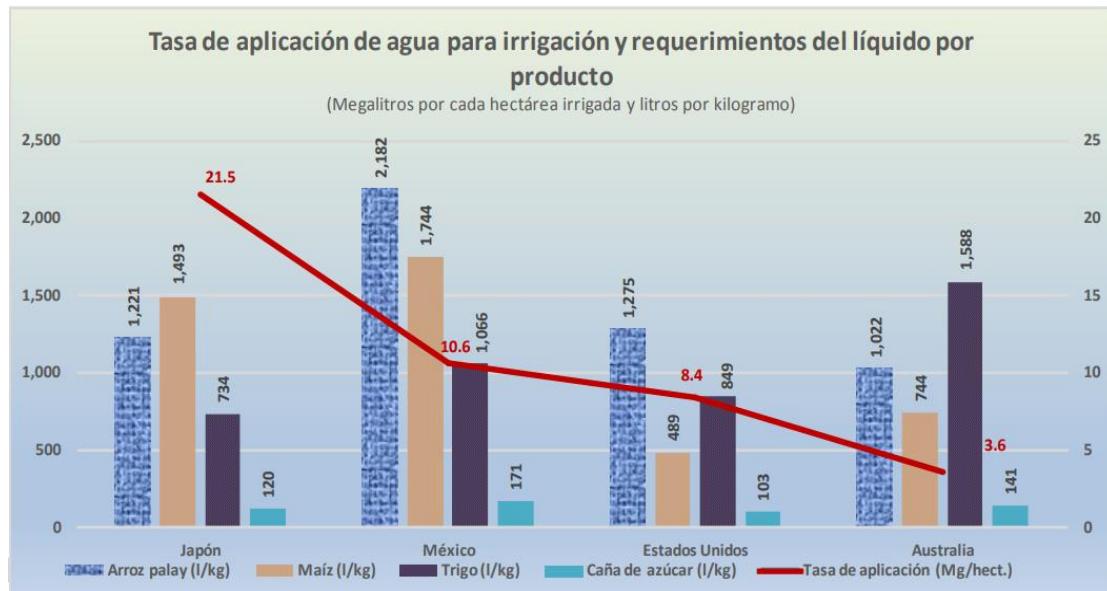


Figura 2. Aplicación de agua para irrigación y requerimientos por producto.

**Fuente:** Hoeskstra y Chapagain (2011). Datos sobre requerimientos de agua para arroz palay, maíz, trigo y caña de azúcar.

La relativamente baja eficiencia en el uso del agua para irrigación se debe a varios factores. Dentro de los países también existen diferencias regionales importantes en cuanto al requerimiento de agua por los cultivos, diferencias asociadas con las condiciones

climáticas locales, con la tecnología utilizada en la producción y con los rendimientos en las plantaciones (Hoeskstra *et al.*, 2011; Miao *et al.*, 2015).

En México, según datos de la OECD (2010) se estima que solamente el 45% del agua que se extrae llega a los campos bajo irrigación, lo cual se debe a la insuficiente inversión en infraestructura y a la baja participación de los costos del agua y de la electricidad, en los gastos totales de los insumos por parte de los productores.

El agua para fines agrícolas seguirá cumpliendo una función fundamental en la seguridad alimentaria mundial, las proyecciones del Banco Mundial (2020) indican que la población del planeta superará los 10,000 millones de habitantes en 2050 y, ya sea en zonas urbanas o rurales, será necesario satisfacer las necesidades básicas de alimentos y fibras de estas personas, por lo que la producción agrícola tendrá que aumentar en un 70 % para 2050.

## **5.11. AUTOSUFICIENCIA HÍDRICA Y ALIMENTARIA**

México depende en gran parte de los recursos hídricos de los países de los que importa productos agropecuarios. La huella hídrica de la alimentación es multifactorial en el contexto de seguridad alimentaria y seguridad hídrica. El alimento que se desperdicia tiene un costo muy elevado, ya que desperdiciar alimento significa desperdiciar agua. La dependencia alimentaria significa también una dependencia de los recursos hídricos del exterior (AgroDer, 2012).

La huella de los productos alimentarios que más se consumen en México está distribuida entre la producción nacional y la producción del exterior (FAO, 2009). Si bien la autosuficiencia alimentaria es el volumen de consumo que satisface la producción nacional, la autosuficiencia hídrica de la alimentación se entiende como la proporción del agua requerida para satisfacer esa producción nacional (AgroDer, 2012). El producir alimento requiere grandes volúmenes de agua Entre los alimentos que más se consumen en México hay cinco de origen agrícola: maíz, trigo, azúcar, naranja y papa, y cinco de origen pecuario: leche, carne de pollo, huevo, carne de res y carne de cerdo (FAOSTAT, 2017).

Cuadro 3. Huella Hídrica de los 20 alimentos más consumidos en México indicando los porcentajes para huella interna y externa.

PRODUCTO	RANKING	HHTOTAL( $m^3$ )				INTERNA/ EXTERNA	
		I total Verde	IH total Azul	HH total Gris	TOTAL	HH Interna	Externa
MAÍZ	1	44 862		1826	9154	55843	89.78
LECHE ENTERA	2	17411		1474	1287	20 172	99.85
TRIGO	3	8000		1811	1407	11218	25.17
AZÚCAR	4	68720		16883	7434	93036	99.67
NARANJA, MANDARINA	5	2563		1060	385	4008	99.75
POLLO	6	14318		1302	1742	17362	89.28
HUEVO	7	8197		750	951	9897	98.88
CARNE DE RES	8	28890		1437	1171	31497	92.60
CARNE DE CERDO	9	10042		1266	1104	12412	81.85
PAPA	10	229		191	46	467	91.84
TOMATE	11	107		150	74	330	99.43
PLÁTANO	12	573		330	62	965	99.99
LIMÓN Y LIMA	13	810		315	119	1244	99.97
FRIJOL	14	5676		271	1340	7287	86.88
MANZANA	15	881		410	117	1408	91.13
ARROZ	16	736		852	206	1794	25.06
CEBOLLA	17	197		80	77	354	95.65
PIÑA	18	62		16	16	95	99.79
ACEITE DE PALMA	19	1749		0	75	1824	14.95
TORONJA	20	122		49	18	188	99.64

Fuente: Vázquez del Mercado y Lambarri 2017.

En México, la huella hídrica es principalmente interna. Como se mencionó anteriormente, la huella interna es el agua que se utiliza para todo lo que se produce y consume al interior de un país, mientras que la huella externa es el agua utilizada para la elaboración de productos en el extranjero, pero que se consumen al interior del país (AgroDer, 2012). El cuadro 3 muestra los porcentajes de huella hídrica en algunos alimentos. Únicamente el trigo, la cebolla y el aceite de palma tienen una huella hídrica externa mayor o igual a 75%, con excepción de la manzana, el tomate y el arroz. La huella hídrica verde es la más significativa (Vázquez del Mercado y Lambarri 2017).

Los productos cárnicos tienen una huella superior promedio a los productos agrícolas. El producto con mayor volumen de huella hídrica interna corresponde al azúcar, con más de 93 mil hm<sup>3</sup>, siendo su huella verde más de dos terceras partes del total. En orden decreciente, sigue el maíz con poco más de 55 mil hm<sup>3</sup>, y la leche entera, cuya huella hídrica interna es de 20 mil hm<sup>3</sup>, siendo su huella verde el 85% de esa cantidad. En contraparte, la piña posee una menor huella hídrica interna, con 95 hm<sup>3</sup>, seguida de la toronja, con 188 hectómetros cúbicos (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017).

En cuanto a la huella externa, el trigo ocupa el primer lugar de los veinte principales alimentos en México, seguido del maíz con 70% de agua verde. Otros productos que destacan son: la carne de res, cerdo y pollo, aceite de palma y arroz. Aquellos que quedan con huellas bajas es debido a que no se importan, como el plátano, limón, lima, piña y toronja (Vázquez del Mercado y Lambarri 2017).

El desperdicio de alimentos es desperdicio de agua. Tan solo el consumo de productos agrícolas es responsable del 92% de la huella hídrica de la humanidad (Hoekstra y Mekonnen, 2012). El desperdicio de alimentos no solo representa una oportunidad perdida para mejorar la seguridad alimentaria, sino también para mitigar impactos ambientales y uso de recursos. Una reducción en la pérdida y desperdicio de alimentos en los ámbitos mundial, regional y nacional tendría un efecto positivo en los recursos naturales y en la sociedad, ya que además de quitar presión sobre los escasos recursos naturales,

también reduciría la necesidad de incrementar en 60% la producción de alimentos para satisfacer la demanda de la población para el año 2050 (FAO, 2013).

## **5.12. LOS AGRONEGOCIOS COMO REDUCTORES DE LA HUELLA HÍDRICA**

La escasez actual de agua es uno de los principales problemas mundiales y será más crítico en el futuro. Dado que la disponibilidad y accesibilidad del agua son los factores limitantes más importantes para la producción de cultivos, abordar este problema es indispensable para las áreas afectadas por la escasez de agua. Los problemas actuales y futuros relacionados con la "escasez de agua" destacan la necesidad de un enfoque más sostenible para la gestión de los recursos hídricos (Mancosu *et al.*, 2015). Como consecuencia del aumento de la escasez de agua y la sequía, como resultado del cambio climático, se espera que ocurra un uso considerable del agua para el riego en el contexto de una dura competencia entre los agronegocios y otros sectores de la economía. Además, el incremento estimado de la tasa de crecimiento de la población mundial señala el inevitable aumento de la demanda de alimentos en el futuro, con un impacto inmediato en el uso agrícola del agua. (Fishman *et al.*, 2015). Dado que existe una relación notable entre las posesiones de agua de un país y la capacidad de producción de alimentos, la evaluación de las necesidades de riego es indispensable para la planificación de los recursos hídricos a fin de satisfacer las necesidades de alimentos y evitar el consumo excesivo de agua.

Se necesita con urgencia mejorar la productividad del agua en aquellas regiones con escasez de agua. El riego deficitario produce un rendimiento global de grano más alto con la misma cantidad de recursos hídricos en comparación con el riego completo y, por lo tanto, tiene una mayor productividad. El riego deficitario puede considerarse como una estrategia clave para aumentar la productividad del agua en la granja en áreas secas con escasez de agua. El riesgo asociado con el riego deficitario se puede minimizar mediante una programación adecuada del riego (cuándo y cuánto regar) y evitando el estrés hídrico durante las etapas de crecimiento cuando el cultivo es especialmente sensible al estrés hídrico (Zhang, 2003; Shock *et al.*, 2013).

Las prácticas agrícolas de precisión incluyen exploración de campo, muestreo de suelo de la red, tecnología de velocidad variable y sus aplicaciones. Después de su uso, se nota un cambio dramático en las zonas donde se aplica las cuales se fusionan para hacerse más homogéneas. Para eso, las técnicas de Teledetección y Sistema de Información Geográfica juegan un papel vital. Además, la racionalización de los fertilizantes ahorra producto y dinero. Los costos de aplicar prácticas agrícolas de precisión son mucho más altos que la agricultura tradicional, pero su notable rentabilidad resulta de los incrementos en el rendimiento de los cultivos (El Nahry *et al.*, 2011; García Morillo, 2015; Castro *et al.*, 2016).

El comercio puede verse como una forma de reducir la huella hídrica de las naciones. Si un país produce un cultivo y lo provee a otro al cual le cueste más agua elaborarlo, contribuye a la reducción de la huella hídrica mundial (Vázquez del Mercado y Buenfil, 2012). Tal es el caso del maíz; México es el mayor consumidor de maíz en el mundo (alrededor de 123kg/año) y Estados Unidos el principal productor, el 30% del consumo mexicano se abastece con importaciones. En promedio, se requieren 900 litros de agua para producir 1kg de maíz, si México produjera la cantidad de maíz importado a su territorio, generaría una huella hídrica mayor, desde el punto de vista del comercio de maíz, este intercambio ahorra agua. Mediante importaciones como ésta, México reduce el uso de sus propios recursos, siendo el segundo país que más agua ahorra mediante el comercio. Sin embargo, en varias regiones de México se ha dejado de cultivar maíz y se sembraron otros productos agrícolas considerados más rentables, pero con mayor huella hídrica por hectárea tales como arroz y jitomate. En consecuencia, el ahorro de agua virtual por importaciones de maíz se vuelve en una mayor huella hídrica regional (AgroDer, 2012).

La agricultura puede detener el desperdicio de agua azul con el uso del riego de precisión, y los industriales reutilizando la totalidad del agua. Respecto a mejorar el uso del agua verde, se puede lograr incrementar la productividad con la agricultura de temporal, mientras que se debe buscar la disminución de la Huella Hídrica gris eliminando las

descargas y propiciando incrementar la agricultura orgánica (Vázquez del Mercado y Lambarri, 2017).

Mukheibir *et al.* (2012) abogan por un cambio en el enfoque de determinista a largo plazo por una planeación adaptativa más flexible y con enfoque en la gestión de los recursos hídricos para abordar la incertidumbre en el futuro mientras se mantiene la seguridad del agua. Mediante este proceso de planeación es posible adaptarse a la incertidumbre de futuras influencias y a sus impactos y desarrollar una cartera de medidas mediante la aplicación de una estrategia de inversión proactiva que ofrezca resiliencia y flexibilidad.

A pesar de la importancia creciente de la huella hídrica en el ámbito internacional, en México hasta el momento no se le concede la importancia que merece y los programas de gobierno no mencionan el concepto para nada (CONAGUA, 2020). Por otra parte, sería interesante la adherencia de las instituciones gubernamentales a la Norma Internacional ISO 14046:2014, dirigida a la gestión de la huella hídrica y que ofrece la oportunidad de ampliar el uso del concepto en las organizaciones públicas y privadas y de entenderla bajo la perspectiva de la Análisis de Ciclo de Vida (Ferrer y Viegas, 2014).

## **6. HUELLA SOCIAL**

La huella social hace referencia al conjunto de impactos que genera una empresa sobre las comunidades locales. Por comunidad local se entiende a las personas o grupos de personas que viven o trabajan en áreas que están económica, social o medioambientalmente afectadas, ya sea en forma positiva o negativa por las operaciones de la empresa (Stichting Global Reporting Initiative, 2011). La huella social es el capital social que una entidad puede sostener con su capital físico, el cual procede, en última instancia, del capital natural - tierra, recursos naturales- (Doménech, 2009).

Gosling (2019) menciona que el bienestar de una comunidad depende de la felicidad de los individuos que la componen, de las oportunidades de desarrollo profesional y económico, y del equilibrio con el contexto natural o urbano que la rodea. Por lo tanto, la huella social puede dividirse en tres componentes: bienestar social, economía local y entorno (Cuadro 4). Medir la huella social no es sencillo, algunas organizaciones cuya principal finalidad es generar bienestar social como ONG, empresas sociales, fundaciones y agencias de desarrollo llevan años tratando de medir los impactos de sus acciones sobre personas y comunidades, aunque para el sector privado empresarial el diálogo sobre la medición de huella social es relativamente reciente e innovador, la medición de impactos en su concepto más amplio no le es ajena (Tovar *et al.*, 2015).

Desde su origen, las empresas prácticamente han medido el impacto económico de su actividad solo a través de sus informes financieros anuales en los que ofrecen información sobre su evolución económica. Las empresas comenzaron a publicar memorias de sostenibilidad, entendiendo “sostenibilidad” como un concepto multidimensional que engloba resultados financieros, impactos medioambientales y efectos sociales. Este proceso debe entenderse como un ejercicio de transparencia a través del cual la empresa rinde cuentas ante la sociedad. Una vez conocidos y publicados los resultados, la empresa puede tomar medidas correctoras o establecer estrategias para mejorar sus impactos y la sostenibilidad de sus actividades (Tovar *et al.*, 2015).

**Cuadro 4. Componentes de la huella social de las empresas en las comunidades locales.**

Componentes de la Huella Social	Características
<i>Bienestar social</i>	Salud, equidad, inclusión, pobreza, educación, seguridad
<i>Economía local</i>	Empleo, impactos en el mercado local, creación y apoyo a empresas, acceso a financiación, pago de impuestos, generación de empleos indirectos, revitalización de otras actividades económicas
<i>Entorno</i>	Instalaciones, transporte, aprovechamiento sostenible de recursos, respeto al medio ambiente

---

Fuente: Community Footprint, BITC (2019).

## **6.1. OBJETIVOS 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

El Informe Brundtland, presentado por las Naciones Unidas en 1987, define desarrollo sustentable como aquel “desarrollo que satisface las necesidades de los presentes sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”(Organización de las Naciones Unidas, 1987. p. 24). El reporte indica que el objetivo del desarrollo sostenible debe ser la satisfacción de las necesidades básicas y aspiracionales, particularmente aquellas de los países en desarrollo. Las necesidades básicas de la población se refieren a aquellas como alimentación, vestido, alojamiento y empleo, mientras que las aspiracionales se refieren a una mejor calidad de vida.

El agotamiento de los recursos naturales y efectos negativos de la degradación del medio ambiente, incluidas la desertificación, sequía, degradación del suelo, escasez de agua dulce y pérdida de biodiversidad aumentan las dificultades a las que se enfrenta la humanidad (Asprilla Echeverría, 2020). El cambio climático es uno de los mayores retos de nuestra época y sus efectos adversos menoscaban la capacidad de todos los países para alcanzar el desarrollo sostenible, ya que peligra la supervivencia de muchas sociedades y de

los sistemas de sostén biológico del planeta (Cramer *et al.*, 2018). El reto principal es la sostenibilidad, así se fijó una nueva Agenda al año 2030, en la que se acordaron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que aspiran, entre otros aspectos, a poner fin al hambre y lograr la seguridad alimentaria; promover agricultura y modalidades de consumo y producción sostenibles; garantizar la disponibilidad, saneamiento y gestión sostenible del agua entre otros (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Los indicadores tanto ambientales como de desarrollo sostenible constituyen un tema que aún se encuentra en proceso de desarrollo en el mundo. Algunos países han avanzado más que otros, en aspectos diversos, pero ni el concepto de sostenibilidad, ni el de desarrollo sostenible, cuentan con un consenso global, aunque se ha desarrollado bastante la discusión sobre sus componentes este tema no es menor, pues la primera pregunta que debe responder un país que quiere diseñar e implementar indicadores de desarrollo sostenible o de sostenibilidad ambiental, es precisamente, de qué se está hablando. El nudo central en esta discusión es establecer qué cosa es lo que se quiere sustentar en el tiempo, por ejemplo la calidad de vida, la capacidad de los recursos naturales de proveer de ingreso económico, los modos de vida de los pueblos originarios, la biodiversidad, y/o la gobernabilidad, por citar unos cuantos, la mayoría de los expertos tiende a pensar que se trata de sustentar el estilo de desarrollo basado en el crecimiento económico con mayor o menor criterio de equidad, e incorporar un número determinado de categorías ambientales, cuando lo ideal sería lograr que una unidad territorial dada (país o región) avanzara en forma simultánea en la producción económica, la equidad social y la sostenibilidad ambiental (Quiroga Martínez, 2001).

Siempre siguiendo a Quiroga Martínez (2001), los indicadores de sostenibilidad ambiental han pasado por varias etapas. Los indicadores de primera generación (1980 en adelante) son los que habitualmente reciben el nombre de indicadores ambientales o de sostenibilidad ambiental, y son indicadores de sostenibilidad parciales, que dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo (salud, agricultura, forestal), así, se tienen indicadores ambientales de calidad del aire de una ciudad, indicadores de contaminación de

agua por coliformes, indicadores de deforestación, de desertificación o de cambio de uso de suelo. Los indicadores de desarrollo sostenible o de segunda generación aparecen en los años 1990 y se corresponden con el desarrollo realizado desde el enfoque multidimensional del desarrollo sostenible. Se trata aquí de avanzar en el diseño e implementación de sistemas de desarrollo sostenible integral con indicadores de tipo ambiental, social, económico e institucional. Por fin, los indicadores de desarrollo sostenible de tercera generación constituyen un reto, pues trascienden las dos generaciones anteriores, en el sentido de producir indicadores vinculantes que permitan un acceso rápido a un mundo de significados mucho mayor, en los cuales se incorpore lo económico, social y ambiental en forma transversal y sistemática. En este nivel se realizarán los desarrollos científicos más impactantes, en la medida que su utilidad para el diseño y evaluación de la eficacia de las políticas públicas los hace realmente valiosos. Cabe mencionar que la mayoría de los países del mundo operan con indicadores de primera o segunda generación de manera simultánea, aunque se reconoce la necesidad de avanzar, en forma cooperativa y horizontal, hacia el desarrollo de la tercera generación.

## **6.2. PRINCIPIOS DE LA HUELLA SOCIAL**

El Informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo marca un punto de inflexión en la forma de abordar el problema del medio natural hasta nuestros días, pues constituye el comienzo de toda una nueva etapa de la evolución social: el desarrollo sostenible. Derivado de este informe, surge el principio de equidad, por el cual, en lo que respecta al medio ambiente, cada persona tiene derecho, aunque no obligación, a hacer uso de la misma cantidad de espacio ambiental - energía, materias primas, terreno agrícola, bosques - (Organización de las Naciones Unidas, 1987).

En relación con esto, Doménech (2009) considera que la huella social se basa en tres principios:

- Todos los bienes y servicios producidos por el ser humano proceden en última instancia de los recursos naturales, por lo que los indicadores de la riqueza generada, como el PIB, no son más que otra forma de expresar el "espacio ambiental".
- Todo el mundo tiene derecho a los frutos de la misma cantidad de espacio ambiental, midaese éste en hectáreas, en cantidad de recursos naturales o en PIB.
- Todos tienen derecho al desarrollo y todos tienen derecho al bienestar. La nueva globalización no solo debe fijar la atención en el capital físico sino también en el capital social y en el capital natural -los recursos y el medio ambiente-.

En el ámbito de la medición de impactos sociales, no existen aún metodologías estándar, ni mucho menos un consenso amplio sobre qué es relevante medir, por lo que todas las iniciativas que se presentan son, en cierta medida, pioneras. Existen distintas guías, enfoques y metodologías que las empresas pueden utilizar. Cada una de ellas tiene sus ventajas y sus puntos débiles, por lo que dependiendo de la situación y el objetivo final cada empresa decide cuál es la más apropiada. Incluso organizaciones internacionales de referencia en el ámbito empresarial como la OCDE y la OIT han elaborado sus propias guías y recomendaciones para acompañar a las empresas en el camino hacia la sostenibilidad social y ambiental (Tovar *et al.*, 2015).

### **6.3. IMPACTO SOCIAL**

Las decisiones de consumo y de inversión de millones de personas se determinan por los objetivos sociales y medioambientales con que las empresas van al mercado. El impacto social es la huella que deja una empresa en la comunidad en la cual está integrada; durante mucho tiempo, la manera más común de medir el impacto social o medioambiental giraba en torno a la evaluación de los datos y al seguimiento de la evolución del proyecto; sin embargo, con el tiempo la medición comenzó a volverse relevante frente a los inversores y a afectar los planes de expansión, y empezaron a hacerse comparaciones entre los diversos programas y la motivación del personal (Libera Bonilla, 2007). Sin embargo, antes de poder comenzar a medir el impacto social de una empresa, es necesario definir sus

objetivos, para que sea posible comprobar la calidad de los resultados obtenidos en un período dado (Tovar *et al.*, 2015).

#### **6.4. IMPACTO EN EL ENTORNO**

El establecimiento de casi cualquier tipo de negocio va a tener un impacto en el entorno natural, rural o urbano en el que se asiente, la construcción de infraestructuras y la mejora de las vías de comunicación suelen ser efectos habituales. Por otra parte, las estrategias de uso de recursos naturales y de gestión de residuos tendrán un impacto en el medio ambiente. Las empresas están cada vez más interesadas en conocer cuáles son los impactos de sus operaciones en las comunidades, son conscientes de que su forma de actuar tiene un impacto directo en su reputación, un cambio de enfoque o un replanteamiento de la estrategia garantizan un impacto positivo en el entorno, con lo que se generan oportunidades de innovación para mejorar la sostenibilidad del propio negocio (Libera Bonilla, 2007).

El comprender, mejorar y comunicar la huella social es de interés para las empresas, pues al hacerlo satisfacen las expectativas de sus clientes, de la sociedad civil y de otros grupos de interés, con lo que mejoran su reputación y su imagen de marca. Además, puede ser una herramienta útil para acceder a inversión responsable, atraer y retener talento, obtener una licencia social para operar, descubrir potenciales riesgos y nuevas oportunidades de negocio, o acceder a información que ayude en la toma de decisiones (Tovar *et al.*, 2015).

#### **6.5. RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA**

El Libro Verde para fomentar un marco europeo para responsabilidad social de las Empresas (Comisión Europea, 2013) define como empresa socialmente responsable a aquella que, en el desarrollo de su actividad empresarial y en su relación con terceros, se guía por criterios no exclusivamente económicos, sino por otros de naturaleza ética, social y medioambiental. Algunos de estos criterios son los ámbitos de actuación laboral, socioeconómico y medioambiental, su aplicabilidad a todo tipo de organización, el

planteamiento estratégico y progresivo que permita la medición y seguimiento de su evolución y la complementariedad respecto a otras herramientas de gestión empresarial, con el objetivo de promover la sostenibilidad.

A principios de los años ochenta del siglo pasado, algunas empresas comenzaron a publicar información sobre sus impactos ambientales, bien para mejorar sus problemas de imagen –en industrias conflictivas como la química–, o para demostrar lo bien que estaban haciendo su trabajo sin perjudicar al medioambiente (Tovar *et al.* 2015).

La primera responsabilidad de una empresa es ser consciente de su relación con el entorno físico-social en el que opera, lo que implica conocer cuál es el estado de dicho entorno, con factores tan diversos como la necesidad de especializarse, de conseguir economías de escala o la competitividad relativa de los salarios, hacen que en la producción de un bien o en la realización de un servicio intervengan numerosas empresas. Esto puede llevar a que algunos consideren que la responsabilidad de su empresa queda limitada a las actividades que directamente lleva a cabo (Porter y Kramer, 2006). En este sentido, cabe afirmar que, a más poder, mayor responsabilidad.

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) se ha convertido en una parte importante para las empresas de cara a mejorar la imagen de compromiso que tienen con la sociedad. Además, sirve también para rentabilizar la buena imagen que puede tener la organización con sus posibles grupos de interés, es por esto que los objetivos de las organizaciones han pasado de ser puramente económicos a tener un fin social donde se desarrollen acciones que demuestren que respondan a diferentes preocupaciones de la sociedad (OIT, 2006).

## **6.6. INVERSIÓN SOCIALMENTE RESPONSABLE (ISR)**

El término de inversión socialmente responsable asocia una serie de criterios éticos, sociales y ambientales que la convierten en una rama de la RSC. La diferencia entre ambas está en que la inversión socialmente responsable incorpora su esencia a la toma de decisiones de los inversores, y complementa los tradicionales conceptos financieros de

liquidez, estabilidad y rentabilidad, en tanto que la inversión incorpora criterios éticos, sociales y ambientales al proceso de toma de decisiones, y complementa a los tradicionales criterios financieros de liquidez, rentabilidad y riesgo. Cada vez más inversores particulares demandan a las entidades financieras una mayor transparencia para saber qué se financia con su dinero. Muchos de estos inversores desean contribuir a proyectos que cumplan unos ciertos criterios éticos, sociales y medioambientales, además de los de rentabilidad económica (Albareda *et al.*, 2011).

La filosofía de la inversión socialmente responsable se dirige a fomentar la demanda de productos financieros, con la intención de que los inversores incluyan en sus propuestas y planes de desarrollo económico criterios explícitamente enfocados a respetar y promover la responsabilidad social y ambiental dentro de los márgenes razonables de rentabilidad (Lacy, 2010). En el estudio realizado por Accenture para el Global Compact en 2010, el 86% de los CEOs encuestados afirmaron que, para que las empresas integren completamente los criterios de sostenibilidad en su estrategia, es de vital importancia que los inversores valoren de forma adecuada la sostenibilidad en las inversiones a largo plazo.

## **6.7. HUELLA ECOLÓGICA CORPORATIVA**

La mayoría de los nuevos mercados en los países desarrollados manejan exigencias ambientales cada vez más restrictivas en el comercio internacional. Esto resulta de una mayor conciencia ambiental de los consumidores y de presiones hacia las empresas y los trabajadores para cumplir con las normas ambientales. Los requerimientos ambientales también están siendo considerados a nivel local, lo que genera la necesidad de que todas las empresas consideren estos factores dentro de su proceso de toma de decisiones, transformándose en una variable importante en el logro de una competitividad empresarial (Cerda, 2003). Algunas empresas han movido sus operaciones hacia países con menos restricciones ambientales con lo que se afecta el bienestar de la población de dichas comunidades, de modo que la competitividad de una empresa está influida por la variable ambiental. Así, la empresa se considera como un sistema circular que afecta y es afectada por el medio ambiente. Debido a lo anterior, y al hecho de que la legislación ambiental está

cada vez más desarrollada así como por la presión de los consumidores, las empresas deben asumir cada vez mayores compromisos ambientales que contribuyan al logro de un medio ambiente sustentable o, por lo menos, que eviten su degradación (Doménech *et al.*, 2008).

La gestión ambiental en el ámbito de la empresa ha avanzado en los últimos años, surgiendo diferentes sistemas que tratan de incorporar cuestiones ambientales a la dirección y organización, la elaboración de memorias de sustentabilidad supone avances; sin embargo, tiende a centrarse en impactos individuales sin que por el momento se haya creado un mecanismo que sintetice la situación ambiental de las organizaciones y sea empleada para comunicarse con los accionistas, con grupos de interés y con la sociedad en general (Doménech, 2009).

En la medida en que las empresas, al igual que los ciudadanos, son consumidoras de recursos y generadoras de desechos, se contará con los elementos necesarios para calcular una Huella, por lo que es perfectamente factible obtener una huella corporativa. El objetivo principal debe ser determinar la superficie necesaria para poder mantener los consumos y la generación de desechos realizados por la organización estudiada, por lo que resulta interesante la elaboración de una herramienta que muestre de modo sencillo la situación ambiental de organizaciones y empresas, debiendo ser un elemento útil para la toma de decisiones a este respecto (Caselles Moncho *et al.*, 2008). En palabras de Doménech *et al.* (2008, p. 27): “Tiene sentido valorar cuánta biosfera precisa una empresa para mantener las actividades del negocio y, por lo tanto, la posibilidad de que la capacidad requerida provoque impactos ecológicos que sean insustentables”.

## CONCLUSIONES

En relación con los objetivos específicos, se logró establecer mediante la revisión de literatura que existe una fuerte relación entre la huella hídrica con la agricultura, el comercio y la sostenibilidad ambiental. Se dejó claro que los indicadores ambientales son herramientas que construyen un sistema que permite evaluar el progreso de los países hacia el desarrollo sostenible, pero también, si se quieren lograr los Objetivos para el Desarrollo Sostenible 2030 se requiere un cambio en la gestión de los recursos naturales y una mejor comprensión de la problemática ambiental, para que se puedan llevar a cabo un uso más sostenible, eficiente, justo y equitativo de los mismos.

Respecto al segundo objetivo específico, identificar la relación de la huella social en lo referente al desarrollo sostenible de la población y las empresas, en particular de carácter agropecuario y agroindustrial, resulta aparente que la producción agrícola y agropecuaria no está siendo sostenible, y que el ritmo actual al que las actividades del sector consumen recursos origina escasez. Por ello, para afrontar los retos de la gestión de los recursos se requerirá incorporar políticas públicas más eficientes, tanto ambientales como agrícolas y comerciales que deberán tener mayor congruencia con las políticas de comercio internacional. En este sentido, el implementar indicadores ambientales, como las huellas hídricas y social constituye una oportunidad única para aspirar al cambio global y asegurar un uso responsable de los recursos y la implementación de prácticas agropecuarias sostenibles.

Finalmente, en lo tocante al objetivo general de la investigación, resaltar la importancia de los indicadores ambientales a nivel global y regional para comprender los conceptos de las huellas hídrica y social y su relación con los agronegocios, como producto de la revisión de literatura fue evidente que la creciente escasez de agua y de recursos naturales en México y el mundo debe obligar a cambiar las políticas, las formas de producción y de consumo que hoy están lejos de ser sostenibles. Si bien las huellas ambientales son poco conocidas en México, es alentador encontrar estudios que demuestran su utilidad y las

distintas aplicaciones que pueden tener, además de sentar las bases para evaluar los impactos que genera la producción y el consumo para crear estrategias para reducirlos.

Por último, se recomienda incrementar el número de estudios y especialistas sobre esta temática para ayudar a los países a mejorar su toma de decisiones en políticas comerciales y agrícolas. En el caso de los profesionales de los agronegocios, es su responsabilidad fomentar dichos estudios para garantizar el desarrollo seguro del campo, a su vez los inversores y los consumidores deben también fomentar la responsabilidad y la transparencia corporativa.

## LITERATURA CITADA

- ALBAREDA, L., BALAGUER, M. R. & MURILLO, D. (Coord.) (2011). *Observatorio 2011 de la Inversión Socialmente Responsable*. Barcelona: – Instituto de Innovación Social, ESADE/BBVA. Recuperado de: [http://itemsweb.esade.es/wi/research/iis/publicaciones/2011-12\\_OISR2011-web.pdf](http://itemsweb.esade.es/wi/research/iis/publicaciones/2011-12_OISR2011-web.pdf)
- AGRODER. (2012). *Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica*. World Wildlife Foundation México y AgroDer. Recuperado de: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2013/02/Libro-Huella-hidrica-en-Mexico.pdf>
- ALLAN, J.A. (2003). Virtual Water - the Water, Food, and Trade Nexus Useful Concept or Misleading Metaphor? *International Water Resources Association, Water International*, 28(1), 4-11.
- ARÉVALO URIBE, D. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica*. Bogotá: World Wildlife Foundation. Recuperado de: [https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/hh\\_colombia\\_final\\_web\\_marcadores.pdf](https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/hh_colombia_final_web_marcadores.pdf)
- ARROJO AGUDO, P. (1999). El valor económico del agua. *Afers Internacionals*, 45-46, 145-167. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/RevistaCIDOB/article/download/28130/27964>
- ARROYO, F., CAMARERO, C. & VÁSQUEZ, C. (1997). “Análisis de los problemas medio ambientales”. En: BALLESTEROS, J. & PÉREZ ADÁN, J. (eds.). *Sociedad y Medio Ambiente*. Madrid: Editorial Trotta. pp. 49-81.
- ASHRAF, M.A., MOHD. MAAH, M.J., YUSOFF, I. & MEHMOO, K. (2010). Effects of Polluted Water Irrigation on Environment and Health of People in Jamber, District Kasur, Pakistan. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 10(3), 37-57.
- ASPRILLA ECHEVERRÍA, J.M. (2020). Cross-country evidence for social dimensions of urban water consumption during droughts. *Journal of Cleaner Production* 260, 120895. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120895>
- BANCO MUNDIAL. (2020). *El agua en la agricultura*. Washington, DC: El Banco Mundial. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>
- BELLAVITA CARVAJAL, P. (2017). *Food grows where water flows: securing water for agricultural production in a drought-stricken California* (Master in City Planning Thesis). Department of Urban Studies, Massachusetts Institute of Technology, Boston.
- CASELLES MONCHO, A., CARRASCO ESTEVE, M., MARTÍNEZ GASCÓN, A.; COLL RIBERA, S., DOMÉNECH QUESADA, J. L. & GONZÁLEZ ARENALES,

- M. (2008). La huella ecológica corporativa de los materiales aplicación al sector comercial. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*, 1(4). 1-23. Recuperado de: <http://www.telecable.es/personales/jldomen1/articulos/artihuella%20OIDLES%20materiales%201108.pdf>
- CASTRO, N.D., CHAMORRO, L.E. & VITERI, C.A. (2016). Una red de sensores inalámbricos para la automatización y control del riego localizado. *Rev. Cienc. Agr.*, 33(1), 106-116. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.57>.
- CERDA, U.A. (2003). *Empresa, competitividad y medio ambiente*. Conferencia magistral. IX Congreso Interamericano sobre Medio Ambiente (CIMA). 19-21 de mayo 2003. Guadalajara, México.
- CHAPAGAIN, A.K., HOEKSTRA, A.Y. (2004). *Water footprints of nations. Value of Water Research*. Report Series No. 16. Delft, the Netherlands: UNESCO- Delft Institute for Water Education. Retrieved from: [www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf](http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16Vol1.pdf)
- COMISIÓN EUROPEA (2013). *Libro Verde. Un marco para las políticas de clima y energía en 2030*. Bruselas: Unión Europea. Recuperado de: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0169:FIN:ES:PDF>
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas del Agua en México*. Jiutepec, Morelos: Comisión Nacional del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>
- CONAGUA (2020). *Programa nacional hídrico 2020-2024*. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/programa-nacional-hidrico-pnh-2020-2024>
- CRAMER, W., GUIOT, J., FADER, M., GARRABOU, J., GATTUSO, J.P., IGLESIAS, A., LANGE, M., LIONELLO, P., LLASAT, M.C. & PAZ, S. (2018). Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, Nature Publishing Group, 8(11), 972 - 980. ff10.1038/s41558-018-0299-2ff. ffhal-01911390
- DOMÉNECH Q., J.L. (2009). *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. Madrid: Madrid AENOR.
- DOMÉNECH, J.L., CARBALLO, A. & GARCÍA NEGRO, M.C. (2008). La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. *Revista Galega de Economía*, 17, 1-29.

- EL NAHRY, A.H., ALI, R.R. & EL BAROUD A.A. (2011). An approach for precision farming under pivot irrigation system using remote sensing and GIS techniques. *Agricultural Water Management*, 98, 517–531.
- ESCOBAR, A. (1996). *La invención del tercer mundo. Construcción y deconstrucción del desarrollo*. Bogotá: Norma.
- FAO. (2009). *La FAO en México: 60 años*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-be792s.pdf>
- FAO. (2013). *Food Wastage Footprint: Impact on Natural Resources. Summary Report*. FAO. Rome: Food and Agriculture Organization. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>
- FAO. (2016) *El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>
- FAO. (2017). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i7248s.pdf>
- FAOSTAT. (2017). *Veinte productos específicos con mayor consumo per cápita*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2016/11/a-i5778s.pdf>.
- FERRER, M. & VIEGAS, M. (2014). *Huella hídrica: La nueva norma internacional ISO 14046:2014 y su implementación*. XII Congreso Nacional del Medio Ambiente. 24 al 27 de noviembre. Madrid: Fundación Conama. Recuperado de: <http://www.conama2014.conama.org/conama2014/download/files/conama2014/CT%202014/1896712004.pdf>
- FISHMAN, R., DEVINENI, N. & RAMA, S. (2015). Can improved agricultural water use efficiency save India's groundwater? *Environ. Res. Lett.*, 10, 084022.
- FONSECA, C. (1998). El valor económico del agua. *Contexto*, 34, 34-38. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/a/col/000352/006618.html#download>
- GARCÍA MORILLO, J. (2015). *Hacia el riego de precisión en el cultivo de fresa en el entorno de Doñana*. Córdoba: Publicaciones de la Universidad de Córdoba. Recuperado de: <https://core.ac.uk/reader/60900296>
- GOSLING, A. (2019). *Five ways business can take action on water*. London: Business in the Community. <https://www.bitc.org.uk/blog/five-ways-business-can-take-action-on-water/>

- GRiffin, R.C. (2016). *Water Resource Economics. The analysis of scarcity, policies and projects* (2<sup>nd</sup> ed.). Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & BAPTISTA LUCIO, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- HOEKSTRA, A.Y. & CHAPAGAIN, A.K. (2008). *Globalization of water: Sharing the planet's freshwater resources*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- HOEKSTRA, A.Y. & HUNG, P.K. (2002). Globalisation of Water Resources. International virtual water flows in relation to crop trade. *Global Environmental Change*, 15(1), 45-56.
- HOEKSTRA, A.Y., & MEKONNEN, M.M. (2012). The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(9), 3232-3237.
- HOEKSTRA, A., CHAPAGAIN, A., ALDAYA, M., & MEKONNEN, M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. London: Water Footprint Network/Earthscan. Retrieved from: [https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf)
- LACY, P., COOPER, T., HAYWARD, R. & NEUBERGER, L. (2010). *A New Era of Sustainability. UN Global Compact-Accenture CEO Study 2010*. Dublin: United Nations Global Compact Leaders Summit 2010. Retrieved from: [https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/news\\_events%2F8.1%2FUGC\\_Accenture\\_CEO\\_Study\\_2010.pdf](https://d306pr3pise04h.cloudfront.net/docs/news_events%2F8.1%2FUGC_Accenture_CEO_Study_2010.pdf)
- LATOUCHE, S. (2007). *Sobrevivir al Desarrollo*. Barcelona: Icaria Editorial. pp. 38-40.
- LLAMAS, M.R. (2005). “Los Colores del Agua, el Agua Virtual y los Conflictos Hídricos”. Discurso Inaugural del año académico 2005-2006, *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España)*, 99(2), 369-389.
- LIBERA BONILLA, B.E. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto. *ACIMED*, 15(3).
- MARTÍNEZ RIVERA, L.M., GORDON LUNA. P., MORENO HERNÁNDEZ, A., RAMÍREZ, A.I., ZÁRATE, E. & ARÉVALO URIBE, D. (2017). “Huella Hídrica de productos agrícolas de la cuenca del río Ayuquila: información clave para la GIRH en Jalisco, México.” En: VÁZQUEZ DEL MERCADO A., R. & LAMBARRI B., J. (editores) (2017). *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. pp. 107-130.

MEKONNEN, M., & HOEKSTRA, A. (2011). *National Water Footprint Accounts: The Green, Blue and Grey Water Footprint of Production and Consumption*. Vol. 1: Main Report. Value of Water Research Report Series No. 50. Delft, The Netherlands: UNESCO-IHE Institute for Water Education. Retrieved from: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report50-NationalWaterFootprints-Voll.pdf>

MANCOSU, N., SNYDER, R.L., KYRIAKAKIS, G. & SPANO, D. (2015). Water Scarcity and Future Challenges for Food Production. *Water*, 7, 975-992. doi: 10.3390/w7030975

MIAO, Q., SHI, H., GONÇALVES, J.M. & PEREIRA, L.S. (2015). Field assessment of basin irrigation performance and water saving in Hetao, Yellow River basin: Issues to support irrigation systems modernisation. *Biosystems Engineering*, 136, 102-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.05.010>

MUKHEIBIR, P., MITCHELL, C., MCKIBBIN, J., RYAN, H., KOMATSU, R. & FITZGERALD, C. (2012). *Adaptive planning for resilient urban water systems under an uncertain future*. OzWater'12 Conference, Sydney, 8-10 May 2012.

MUTIGA, J.K., MAVENGANO, S.T., ZHONGBO, S., WOLDAI, T. & BECHT, R. (2010). Water Allocation as a Planning Tool to Minimise Water Use Conflicts in the Upper Ewaso Ng'iro North Basin, Kenya. *Water Resources Management*, 24, 3939–3959. DOI 10.1007/s11269-010-9641-9

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CM\\_MAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CM_MAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf)

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (1992). *Declaración de Rio sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 3 al 14 de junio de 1992. Rio de Janeiro, Brasil. Recuperado de: <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/#:~:text=Adem%C3%A1s%20de%20poner%20fin%20a,el%20crecimiento%20econ%C3%B3mico%20sostenido%3B%20adoptar>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2019a). *No dejar a nadie atrás. Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. (2019b) *Informe objetivos para el Desarrollo Sostenible*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: [https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf)

OECD. (2010). *Sustainable Management of Water Resources in Agriculture*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/22245081>

OECD (2013). *Environment at a Glance 2013: OECD Indicators*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. DOI: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264185715-en>

OECD (2014). *Green Growth Indicators for Agriculture: A Preliminary Assessment*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/22229523>

OIT. (2006). *Iniciativa InFocus sobre responsabilidad social de la empresa*. Consejo de Administración, 295.<sup>a</sup> reunión, Ginebra: Oficina internacional del trabajo. Recuperado de: [http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/GB/295/GB.295\\_MNE\\_2\\_1\\_span.pdf](http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/GB/295/GB.295_MNE_2_1_span.pdf)

ORTIZ RENDÓN, G.A. (2008). Evolución y perspectiva del marco jurídico del agua en México: Nuevos retos y oportunidades para la gestión integrada del recurso hídrico. En: Arriaga García, C.B. y Rabasa, E.O. (eds.). *Aqua: Aspectos Constitucionales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 17-52.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. (1992). *LEY de Aguas Nacionales*. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992. México: Presidencia de la República. Recuperado de: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16\\_060120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf)

PORTER, M.E., KRAMER, M.R. (2006). Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility. *Harvard Business Review*, 84(12), 78-92.

QUIROGA MARTÍNEZ, R. (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

REES, W.E. & WACKERNAGEL, M. (2008). Ecological Footprints: Why Cities Cannot be Sustainable—and Why They are a Key to Sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16(4):537-555. DOI: [10.1007/978-0-387-73412-5\\_35](https://doi.org/10.1007/978-0-387-73412-5_35)

- SHOCK, C.C., SHOCK, B.M. & T. WELCH, T. (2013). *Strategies for Efficient Irrigation Water Use*. Sustainable agriculture techniques. EM 8783. Oregon State University, Corvalis, OR. Retrieved from: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8783.pdf>
- SOLANES, M. & GONZALES VILLAREAL F. (2001). *Los Principios de Dublín Reflejados en una Evaluación Comparativa de Ordenamientos Institucionales y Legales para una Gestión Integrada del Agua*. TAC Background Papers No. 3. Estocolmo: Asociación Mundial del Agua (GWP). Recuperado de: <https://archivo.cepal.org/pdfs/Waterguide/Tac3s.pdf>
- STICHTING GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI). (2011). *Sustainability Reporting Guidelines*. Amsterdam: Global Reporting Initiative. Retrieved from: <https://www.mas-business.com/docs/G3.1-Guidelines-Incl-Technical-Protocol.pdf>
- TOVAR C., BORRELLA, I. & MORENO M. (2015). *Midiendo la huella social de las empresas. Ingeniería para el desarrollo humano*. Madrid: Ongawa. Recuperado de: <https://ongawa.org/wp-content/uploads/2015/01/HS2-OK.pdf>
- VÁZQUEZ DEL MERCADO A., R. & BUENFIL R., M. (2012). Huella hídrica de América Latina: retos y oportunidades. *AquaLAC*, 4(1), 41-48.
- VÁZQUEZ DEL MERCADO A., R. & LAMBARRI B., J. (editores) (2017). *Huella hídrica en México: análisis y perspectivas*. Jiutepec, Mor.: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 255 pp.
- VELÁZQUEZ, E. (2011). *Agua virtual, “Huella Hídrica” y el binomio agua-energía: repensando los conceptos*. Boletín Especial ECODES: Agua: Hitos y Retos. Recuperado de: [https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/11/agua\\_virtual\\_huella\\_hidrica\\_binomio\\_agua-energia.pdf](https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2011/11/agua_virtual_huella_hidrica_binomio_agua-energia.pdf)
- WATER FOOTPRINT NETWORK. (2020). *Water Footprint*. Zeist, the Netherlands: Water Footprint Network. Retrieved from: <https://waterfootprint.org/en/about-us/>
- WWAP (2015). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris: UNESCO/ United Nations World Water Assessment Programme. Retrieved from: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>
- YOUNG, R.A. & LOOMIS, J.B. (2014). *Determining the economic value of water: concepts and methods* (2nd edition). New York: Resources for the Future Press.
- ZAMORA SAENZ I.B. & SÁNCHEZ GÁLVEZ D. (Editores)(2020). Jornada de agua, mares y océanos. *Panorama y perspectivas del agua en México 2019–2024*. Cuaderno de investigación No. 62. México: Instituto Belisario Domínguez. Recuperado de:

[http://www.bibliodigitalbd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4803/CI\\_62.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.bibliodigitalbd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4803/CI_62.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ZHANG, H. (2003). "Improving Water Productivity through Deficit Irrigation: Examples from Syria, the North China Plain and Oregon, USA" In: *Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement*. Kijne, J.W., Barker, R. & Molden, D. (eds.). CAB International, Wallingford, U.K.. Pp. 301-309.