

Sostenibilidad económica en la industria cervecera mexicana: paradojas en el acceso y uso del agua

GILBERTO MARTÍNEZ SIDÓN. Universidad Autónoma de Baja California Sur, México | gmartinez@uabcs.mx |  0000-0001-7642-6321

MARÍA EUGENIA GONZÁLEZ ÁVILA. El Colegio de la Frontera Norte, Unidad-Monterrey, México | megamar@colef.mx |  0000-0002-5925-0704

BELEM ILIANA VÁSQUEZ GALÁN. El Colegio de la Frontera Norte, Unidad-Monterrey, México | belem@colef.mx |  0000-0002-6500-5756

SALVADOR CORRALES CORRALES. El Colegio de la Frontera Norte, Unidad-Monterrey, México | corrales@colef.mx |  0000-0003-0508-5093

Fecha de recepción: 14 de agosto de 2024 / Fecha de aprobación: 1 de diciembre de 2024

RESUMEN

En este trabajo se analizó el uso y la disponibilidad de agua bajo el concepto de sostenibilidad, durante el periodo 2013-2020. Se utilizaron diversas bases de datos para calcular el índice de intensidad en el uso de agua, el índice de desarrollo sostenible y el impacto de los precios en las concesiones para producir cerveza, así como la estimación de un modelo de regresión. La paradoja radica en que las cerveceras producen con ganancias en zonas de escasez hídrica, ya que se evidenció que no operan en un ambiente de desarrollo sostenible con fundamento en tres pilares: el social, ambiental y económico. En el primer pilar, sobre la contribución social por la generación de empleos, no supera el consumo de agua industrial y generación de valor agregado, en el segundo pilar que corresponde al ambiental, se encontró un efecto significativo sobre la producción cervecera, mientras que, en el tercero que fue el económico se evidenció que el precio por metro cúbico de agua impuesto por la autoridad no garantiza el uso sustentable del agua en la industria cervecera.

Palabras clave: Desarrollo Sostenible, Industria cervecera, Índices, Agua.

Economic sustainability in the Mexican brewing industry: paradoxes in water access and use

ABSTRACT

In this work, the use and availability of water was analyzed under the concept of sustainability, during the period 2013-2020. Various databases were used to calculate the water use intensity index, the sustainable development index and the impact of prices on concessions to produce beer, as well as the

Para citar este artículo: Martínez Sidón, G.; González Ávila, M.; Vázquez Galán, B. y Corrales Corrales, S. (2024). Sostenibilidad económica en la industria cervecera mexicana: paradojas en el acceso y uso del agua. *Revista Desarrollo, Estado y Espacio*, 3(2). (Junio-Diciembre). 2024. Santa Fe, Argentina. UNL. DOI: 10.14409/rdee.2024.2.e0055

estimation of a regression model. With its results, it was evident that companies do not operate in an environment of sustainable development based on its three pillars: social, environmental and economic. In the first pillar, on the social contribution for the generation of jobs, it does not exceed the demand for the water resource and added value. In the second pillar that corresponds to the specific environmental one, water has a significant impact on beer production; while, in the third, which was the economic pillar, it was evident that the price per cubic meter of water imposed by the authority does not necessarily guarantee the sustainable use of water in the brewing industry.

Keywords: Sustainable Development, Beer Industry, Index, Water.

Sustentabilidade econômica na indústria cervejeira mexicana: paradoxos no acesso e uso da água

RESUMO

Neste trabalho foi analisado o uso e a disponibilidade de água sob o conceito de sustentabilidade, no período 2013-2020. Foram utilizadas diversas bases de dados para calcular o índice de intensidade de uso da água, o índice de desenvolvimento sustentável e o impacto dos preços nas concessões para produção de cerveja, bem como a estimativa de um modelo de regressão. O paradoxo reside no facto de as cervejeiras produzirem lucrativamente em zonas de escassez hídrica, uma vez que ficou evidente que não operam num ambiente de desenvolvimento sustentável baseado em três pilares: social, ambiental e económico. No primeiro pilar, sobre a contribuição social para geração de empregos, não ultrapassa o consumo de água industrial e geração de valor agregado, no segundo pilar que corresponde ao ambiental, foi constatado efeito significativo na produção de cerveja, enquanto , No terceiro, que foi o económico, ficou evidente que o preço do metro cúbico de água imposto pela autoridade não garante o uso sustentável da água na indústria cervejeira.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável, Indústria Cervejeira, Índices, Água.

Introducción

El Desarrollo Sostenible (DS) considera que los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos logran ser intergeneracionales, donde la minimización de la exclusión social no puede darse sin el crecimiento económico, al mismo tiempo que la consolidación de la política demográfica, su consecuente ingreso y equidad social (Gutiérrez y Gaudiano, 2010). Sin embargo, esta situación resulta paradójica sobre todo cuando se aborda el uso del agua para la producción de un bien como la cerveza, tal como lo refiere Hardin (1968). Si bien el agua es un recurso de uso común y como tal, está sujeto a agotarse por los distintos tipos de usuarios, entre los que se encuentra las grandes empresas cerveceras, también se considera a los ecosistemas que son los que proveen de este recurso como un elemento que requiere agua para su funcionamiento. Sin embargo, en el caso de estas empresas al ser mínimo el costo pagado por la concesión que les permite tener acceso a las aguas superficiales o subterráneas, logran maximizar su beneficio sin tener en cuenta que el agua es un recurso finito. Esto ocasiona que haya mayor susceptibilidad de disminuir la disponibilidad de agua para el resto de los usuarios, incluyendo a los ecosistemas, particularmente a los que se encuentran en zonas semidesérticas y desérticas que dependen del agua para su existencia.

De acuerdo con las Estadísticas del Agua, en 2023 el agua concesionada para uso industrial fue de 4 198.4 hectómetros cúbicos, lo que representa apenas 4.8% del total de agua concesionada en México (Comisión Nacional del Agua, 2024), lo que es relativamente una cantidad

reducida. Por lo tanto, se puede decir que las empresas cerveceras deben competir entre sí y con varios tipos de usuarios por un recurso que, para ellas, es insumo básico en la fabricación de cerveza.

Es importante destacar que México es un productor de cerveza a nivel mundial porque ocupa el cuarto lugar después de China, Estados Unidos y Brasil, y además es el principal exportador de cerveza a nivel mundial desde el 2010 (INEGI, 2020, p. 5). Con estos volúmenes de producción y exportación de cerveza, las investigaciones sobre el impacto que tiene sobre los recursos de agua existentes en el país, caracterizado por sequías prolongadas, no pueden desdenarse.

El control de grandes volúmenes de agua por las empresas de bebidas en México resulta significativo sobre todo para zonas con baja disponibilidad hídrica (Sánchez et al. 2019, Delgado, 2014, Castro, 2003), es decir, nuevamente se hace evidente una contradicción entre la disponibilidad del recurso hídrico y el crecimiento económico regional. En ese orden de ideas, la posición de la industria cervecera mexicana en la estructura de la industria manufacturera refleja la insostenibilidad del crecimiento económico con relación a la demanda de agua para sus procesos de producción. Esto sin duda, es un argumento para la creciente preocupación por el inequitativo reparto de los recursos naturales para los procesos de producción.

Ante tal situación, esta industria implica un ingreso importante para la economía del país, por las ganancias que genera, aun cuando su valor agregado no resulta tan alto como el de otras industrias como la electrónica y automotriz. Aún con ello, por el volumen de consumo y ganancias que conlleva, es una industria atractiva para las empresas porque precisamente su consumo resulta inelástico frente al cambio en los precios.

El panorama anterior, llevaría a analizar la relación entre la producción de cerveza y el uso de agua a nivel nacional, considerando la necesidad de un uso eficiente del recurso ante las fluctuaciones de la demanda y el consumo tanto nacional como internacional. Se considera que el uso de agua es el motor para el desarrollo de diversas actividades económicas, sobre todo en las regiones del norte de México, que son grandes productoras de cerveza.

Así, las empresas del sector cervecero que se manejan bajo el concepto de sostenibilidad en México son: Constellation Brands, Heineken y Grupo Modelo, las cuales enfrentan un enorme reto, que consiste en reducir el consumo de agua en su proceso productivo. Ellas deben de considerar la disponibilidad hídrica local y lograr un impacto económico regional, que no solo se refleje en mayores utilidades sino en mejores salarios y mayor contribución a la producción nacional. Al respecto, dichas empresas han invertido en su imagen de responsabilidad social corporativa, que incluye a la sostenibilidad ambiental e hídrica. Sirva de ejemplo el caso de Constellation Brands (2019-2020), que reporta el ahorro de agua y energía, reciclaje, tratamiento de su agua, y el uso de equipo ambiental.

Cabe señalar que el enfoque que aborda este trabajo se basa en los pilares del desarrollo sostenible (social, ambiental y económico). En cuestión del aspecto ambiental, compuesto por los recursos naturales como el agua, el suelo, vegetación, fauna y minerales, se hace necesario definir montos en la producción para que no se agoten en el corto plazo y exista disponibilidad para las futuras generaciones. Tal hecho lleva a plantear algunas preguntas como: ¿Son la creación de empleos y la generación de valor agregado los factores que compensan el creciente consumo de agua por las empresas cerveceras? ¿Cuál es la eficiencia en el uso del agua para producir cerveza? ¿Qué factores determinan la producción cervecera: el precio por metro cúbico (m^3) o es la concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua?

En el contexto anterior se planteó como objetivo analizar si la industria cervecera en México opera en un ambiente de desarrollo sostenible (DS), a partir del uso y disponibilidad del agua para el periodo de 2013-2020. Esto se realiza a través del cálculo de algunos indicadores estadísticos que miden la eficiencia en el uso del agua. Además, se estimó el impacto de los precios y las concesiones de agua sobre la producción cervecera mediante la estimación de un modelo de regresión. Los resultados de dichos cálculos permitieron analizar y discutir el

consumo de agua que se realiza para la producción de cerveza. Se evidenció el riesgo del recurso hídrico para las futuras generaciones, por el agotamiento del agua a nivel regional, que habrá de repercutir en las perturbaciones del ciclo del agua y los fenómenos meteorológicos propiciados por el cambio climático (CC). Tal hecho, lleva a repensar si la industria cervecera está operando de manera sostenible o, por el contrario, poniendo en riesgo la disponibilidad de agua necesaria para consumo humano futuro.

Tomando en cuenta las anteriores reflexiones, se planteó la hipótesis de que existe una paradoja entre la exitosa producción de cerveza y el uso sostenible de agua en regiones con escasez hídrica, ya que producir cerveza está vinculado directamente con la disponibilidad de agua que se otorga en concesiones por la Comisión Nacional del Agua (Conagua) a las empresas que lo soliciten. Por lo anterior, no existe un equilibrio con la contribución que hace la industria a la sociedad a través de la generación del empleo e ingresos, y mucho menos al ambiente, que cada vez experimenta un agotamiento de sus recursos naturales. Estas implicaciones llevan a plantear la necesidad de una política socio-ambiental que haga explícita las acciones y sanciones a las grandes empresas consumidoras de agua, para minimizar el estrés hídrico que pudiera causar en el país.

Para cumplir con el objetivo del artículo el documento se compone de seis apartados. En el primero se realiza la introducción del tema; en el apartado número dos se presenta el marco teórico referente al desarrollo sostenible, el cambio climático y la industria de la cerveza; en el apartado tres se realiza una descripción de la industria de la cerveza en México y el uso del agua; en el apartado cuatro se plantea la metodología; en el apartado cinco se presentan y discuten los resultados; y finalmente en el apartado seis se presentan las conclusiones.

Marco teórico: desarrollo sostenible, cambio climático e industria cervecera

El concepto de desarrollo sostenible, tal como lo plantea Sach (2015) es un concepto ambicioso e indispensable que pretende entender los problemas globales a partir de un proyecto intelectual desarrollado hace más de cuatro décadas, que comprende a tres pilares que se traducen en sí mismos como sistemas complejos: la economía, la sociedad global y el medio ambiente físico del planeta. Dicho concepto ha llevado a generar alrededor de 2,629 artículos a casi tres décadas de su conceptualización en las temáticas y áreas del conocimiento que integran el concepto. En términos de su importancia, son las ciencias ambientales las que adquieren la primera posición, seguida de las ingenierías y, en tercer lugar, la economía y los negocios (García-Orozco, et al, 2020). En esta última área, se expresa una continuidad y permanente crecimiento económico bajo un enfoque de menor explotación de los recursos naturales, enfatizando la racionalidad, la solidaridad y el sentido más amplio la justicia, a fin de que su uso, como es el caso del agua, se garantice para las presentes y futuras generaciones.

En este sentido, el término de sostenibilidad es un concepto complejo y multidimensional que no se puede resolver con una acción corporativa o empresarial, tal como lo refiere Hart, et al. (2003), porque implica enfrentar retos de minimizar residuos de las operaciones o procesos en curso y prevenir la contaminación, así como reorientar sus tecnologías hacia aquellas que son sostenibles y limpias (Garzón e Ibarra, 2014).

Otra definición que cabe mencionar es la Bradley y Parrish (2005) quienes indican que las empresas sostenibles deben centrar el desarrollo de una fórmula de rentabilidad que vincule a los grupos de interés (en inglés, *stakeholders*) con el medio natural, es decir, que operen en armonía con recursos naturales limitados, en lugar de esperar un crecimiento constante. Esto se traduce en un trabajo entre los pilares identificados en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) (ambiente, sociedad, gobernabilidad y aspectos financieros sanos) que se conjuntaron en el denominado “Triple resultado” (Marcuello et al., 2007) que constituye el concepto de DS.

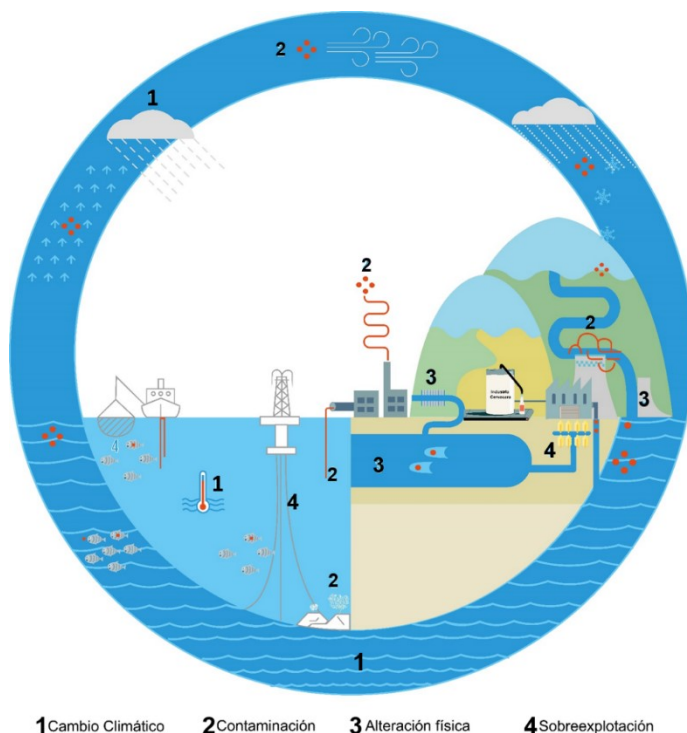
El citado concepto DS tiene sus orígenes en las Naciones Unidas hacia el año de 1983 con la formación de la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo presidida por Grupo de Harlem Brundtland, quien fue el primer ministro de Noruega en 1983 (Brundtland, 1987). Desde entonces se acuñó y ha ido evolucionado el concepto de DS que refiere: “el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras” (Ramírez, Sánchez y García, 2004, p. 55). En términos prácticos, se posiciona contra el enfoque neoclásico del crecimiento con economías de escala (Krugman, 1992) en donde los mercados determinan los montos de producción, junto con la capacidad tecnológica para procesarlos.

En este sentido, las economías de escala y las ganancias de las empresas, bajo el supuesto de maximización del beneficio, son dos obstáculos en el enfoque de sostenibilidad económica, que, en términos prácticos, obliga a la intervención del Estado en la regulación de los procesos de producción, según lo refiere Ramírez et al., (2004, pp. 57-58). Ellos argumentan que éste enfoque de sostenibilidad pretende un crecimiento armonioso entre el ser humano y la naturaleza, que clasifican a partir de distintos enfoques: ecológico, intergeneracional, económico y sectorial. En el caso del *enfoque ecológico* se centra en mantener la vida humana a lo largo de generaciones y que además enfatiza la imposibilidad de un crecimiento continuo en un planeta finito. En tanto el *enfoque intergeneracional* se refiere a la necesidad de preservar la naturaleza para garantizar a las generaciones futuras un buen nivel de bienestar; mientras que el *enfoque económico*, incluye aumentar la protección y renovación del medio ambiente, lo que en otros términos significa una productividad con justo equilibrio entre las necesidades del crecimiento y la distribución de la riqueza sin degradar la naturaleza (Ramírez et al., 2004). Por último, el *enfoque sectorial* se sustenta en el crecimiento de un sector económico de tal manera que no afecte el total del medio ambiente.

En el contexto de la industria cervecera, resalta el enfoque ecológico a partir del impacto del cambio climático (CC) sobre ciclo del agua y en el proceso de producción de la cerveza, al ser la huella hídrica de un kilogramo de cebada maltera igual a 0.43 m³ de agua, mientras la huella hídrica para producir un litro de cerveza de las marcas de Bavaria requiere de 126 a 171 litros de agua (WWF, 2014, P.5). Por lo que, en las regiones donde se produce cerveza puede verse afectada su producción por la disponibilidad de agua requerida en los procesos.

Además del impacto del CC sobre el ciclo del agua, se suman una serie de actividades humanas como son la contaminación de cuerpos de agua, sobreexplotación del recurso hídricos para usos agrícolas, urbanos e industriales, y el excesivo uso de suelo para el cultivo de la cebada. También impactan las emisiones atmosféricas de gases para su trasporte, la extracción de combustibles fósiles para el procesamiento del grano y las plantas de tratamiento de agua residuales de esta industria, todo hasta que el producto (cerveza) llegue al consumidor final (Figura 1).

Figura 1. Representación de los efectos del cambio climático, ciclo del agua y factores relacionados con la industria cervecera.



Fuente: elaboración propia y adaptado de Díaz (2018).

Autores como Xie et al, (2018) combinaron cinco modelos climáticos, económicos y agrícolas para resaltar la alta vulnerabilidad que tendría el suministro de cerveza debido a la disminución del rendimiento de la cebada maltera, por las altas temperaturas y escasez de hídrica extrema. Entre los efectos climáticos que citan dichos autores está la pérdida en el rendimiento promedio que oscila entre el 3 y el 17 por ciento, dependiendo de la gravedad de las condiciones climáticas y la región del mundo. Esto podría ocasionar disminuciones en el suministro global de cebada utilizada para producir cerveza. Un ejemplo de esto se presentó en Argentina, donde se registró una disminución en el consumo de cerveza del 32% y aumentos en los precios de estas bebidas de más 93 por ciento (Xie et al, 2018). En tanto autores como Martínez et al (2022) afirman que, para este mismo país, el incremento de 3°C de temperatura nocturna provocará una disminución de la producción de 7 por ciento sobre el rendimiento de la cebada, en relación a cada grado de temperatura nocturna. Por otro lado, pero con resultados similares, la disminución de producción se presentará en Australia y Estados Unidos, en donde se reduciría notablemente el número de exportaciones, mientras en países como Bélgica, Japón o China, la demanda superaría las exportaciones, que dependerán de las importaciones, lo que limitaría el suministro de cerveza y desestabilizaría el mercado global (Díaz, 2018).

En el caso de países como Irlanda, el aumento en los precios de la cerveza llegará hasta 193 por ciento, y quizás el impacto más preocupante se daría por los fenómenos meteorológicos extremos como la disponibilidad hídrica y las temperaturas extremas, que amenazan la accesibilidad económica de este tipo de bebidas (Xie et al, 2018).

A lo anterior se suma, la paradoja de la operación de la producción cervecera sobre los recursos naturales, entre ellos, el acceso y uso del agua en los procesos y producción de la bebida

como la cerveza en zonas con estrés hídrico, tales como las entidades del norte de México que son calificadas como vulnerables hídricamente (Anglés, 2018).

En México y otros países productores de cerveza han desarrollado una serie de mejoras de eficiencia en el uso de agua, aunque esto no se ha dado al cien por ciento, sobre todo en el proceso del cultivo de la cebada hasta la propia producción de la cerveza. Algunas empresas cerveceras han invertido internamente para responder como industrias responsables socialmente y amigables con el ambiente (Efe, 2018).

Así, la producción de cerveza en sí misma resulta una paradoja ante el CC y el uso del recurso agua, porque por un lado contribuye a emitir gases de efecto invernadero (GEI) desde la producción de cebada, la transportación, en la generación de desechos, las cadenas de frío hasta el envasado. Además, consume agua todo el año e incluso bajo condiciones de sequías recurrentes (ONU, 2021), porque cuenta con concesiones de agua que asegura acceso a uno de los principales recursos naturales para los procesos de producción. Lamentablemente para el caso mexicano, la industria cervecera se ha ubicado en zonas con baja disponibilidad hídrica y condiciones extremas de sequía, además de sobreexplotación de acuíferos. Ejemplo de ello es el municipio de Mexicali, Baja California, donde se propuso el establecimiento de la planta Cervecería Constellation Brands, y no se consideraron las condiciones de seguridad hídrica, sostenibilidad y gobernanza ambiental democrática de la región, lo que eventualmente llevó a la cancelación debido a la presión social (Cortéz, 2020).

Otro pilar del DS es la variable economía, que condiciona las necesidades de crecimiento económico con un equilibrio en la explotación de los recursos naturales limitados para evitar que se genere inequidad en la distribución de la riqueza. En mercados de competencia imperfecta u oligopólica, tal como lo refieren Corrales (2020) y Jiménez y Vargas-Hernández (2019), existe contradicción en cuanto a la conservación de los recursos hídricos, el concepto de DS y la economía sostenible con la maximización de los beneficios, ya que dada la naturaleza del mercado donde operan las empresas cerveceras, el principal objetivo es maximizar sus ganancias para permanecer en el mercado.

En este contexto, no hay lógica en el otorgamiento de las concesiones de agua por parte de la Conagua a la industria de las bebidas, sin considerar la sostenibilidad en regiones donde existen recursos hídricos limitados y que están comprometiendo la disponibilidad de agua para futuras generaciones. Tal situación se evidencia en las estadísticas reportadas por el INEGI para el periodo (2013 a 2020), en donde muestran el constante crecimiento de la producción de la industria cervecera y cómo una proporción significativa de esa producción se destina a las exportaciones.

Finalmente, para evaluar la sostenibilidad de una economía o de una actividad industrial es necesario contar con información estadística que permita medir la trayectoria en la producción, generación o reducción de contaminantes, utilización de recursos naturales, etc. Esto se logra a través del cálculo de índices que permiten cuantificar el impacto del uso de un recurso sobre la economía, la sociedad o el medio ambiente.

De acuerdo con las Naciones Unidas, los indicadores de desarrollo sustentable o sostenible deben adherirse a los siguientes principios: a) los métodos y procedimientos para recolectar la información se deben decidir en apego a consideraciones estrictamente profesionales, b) la información de las fuentes, métodos y procesos usados deben ser presentados de acuerdo con estándares científicos para facilitar su interpretación y c) los conceptos aceptados internacionalmente, la clasificación y métodos deben ser usados en la compilación de datos estadísticos para promover la consistencia y eficiencia estadística en todos los niveles (ONU, 2009:24).

Contexto de la industria cervecera y el uso de agua en México

La industria cervecera mexicana inició operaciones a finales del siglo XIX cuando se instala en 1890 la Cervecería Cuauhtémoc en Monterrey, propiedad de la familia Garza Sada. Esta empresa representó el punto de inflexión que separa la producción automatizada de la producción artesanal, la cual había tenido presencia desde la época colonial. La referida cervecera Cuauhtémoc se consolidó a nivel industrial en medio de la competencia contra otras empresas cerveceras, diversificando los gustos y preferencias de los consumidores. Posteriormente, en 1985 se fusionaron las cervecerías Cuauhtémoc y Moctezuma, mientras que la cervecera Modelo, fundada en 1925 en la ciudad de México, logró posicionarse como la principal cervecera nacional a finales de los noventa.

Con el proceso de globalización de las economías en la primera década del presente siglo las cerveceras transnacionales incrementaron inversiones, fusiones y adquisiciones, cuyo resultado fue la adquisición en 2010 de la Cervecería Cuauhtémoc por Heineken de Holanda. En 2013, la Cervecería Modelo fue comprada por Anheuser Bush Inbev, de origen belga, dejando en la orfandad a la industria cervecera nacional, que había sido un ícono de la industrialización del país. Al mismo tiempo que se concentraba la industria cervecera, surgieron las cervezas artesanales que vendrían a satisfacer otros gustos de nuevos consumidores mexicanos, y que actualmente representan el tres por ciento del mercado nacional, es decir, aproximadamente 630 cervecerías, que se ubican a lo largo y ancho del país (Jiménez y Vargas-Hernández, 2019).

Por su parte, la cervecera Constellation Brands, perteneciente al consorcio Anheuser Bush Inbev, intentó construir una planta en la ciudad de Mexicali, pero un plebiscito en 2020 evitó su construcción, sin embargo, mantuvieron las concesiones de agua para producir cerveza en otra región de México. En el cuadro 1 se presentan las concesiones de agua otorgadas a las principales productoras de cerveza y su ubicación en las tres regiones del país. El mayor volumen de agua concesionada se ubica en el norte de México, aun y cuando se han presentado sequías extremas en los últimos años. Cabe señalar que las citadas concesiones implican pagar una cuota por el acceso al agua y otra para el manejo de las aguas residuales (Ley Federal de Derechos, artículo 192, 2019), lo que ha llevado a que México sea el cuarto productor de cerveza a nivel mundial y el primero como exportador.

Cuadro 1. Concesiones otorgadas a las principales cervecerías de México (M³/año).

Regiones/(M ³ /año).	Grupo Modelo	Heineken	Constellation Brands	Total por Región
Norte de México	2,756,780	11,210,560	22,500,000	36,467,370
Centro de México	23,852,209	5,979,200	n/d	29,831,409
Sursureste de México	23,169,760	6,420,600	n/d	29,590,360
Total, subterránea	49,778,749	23,610,360	22,500,000	95,889,109

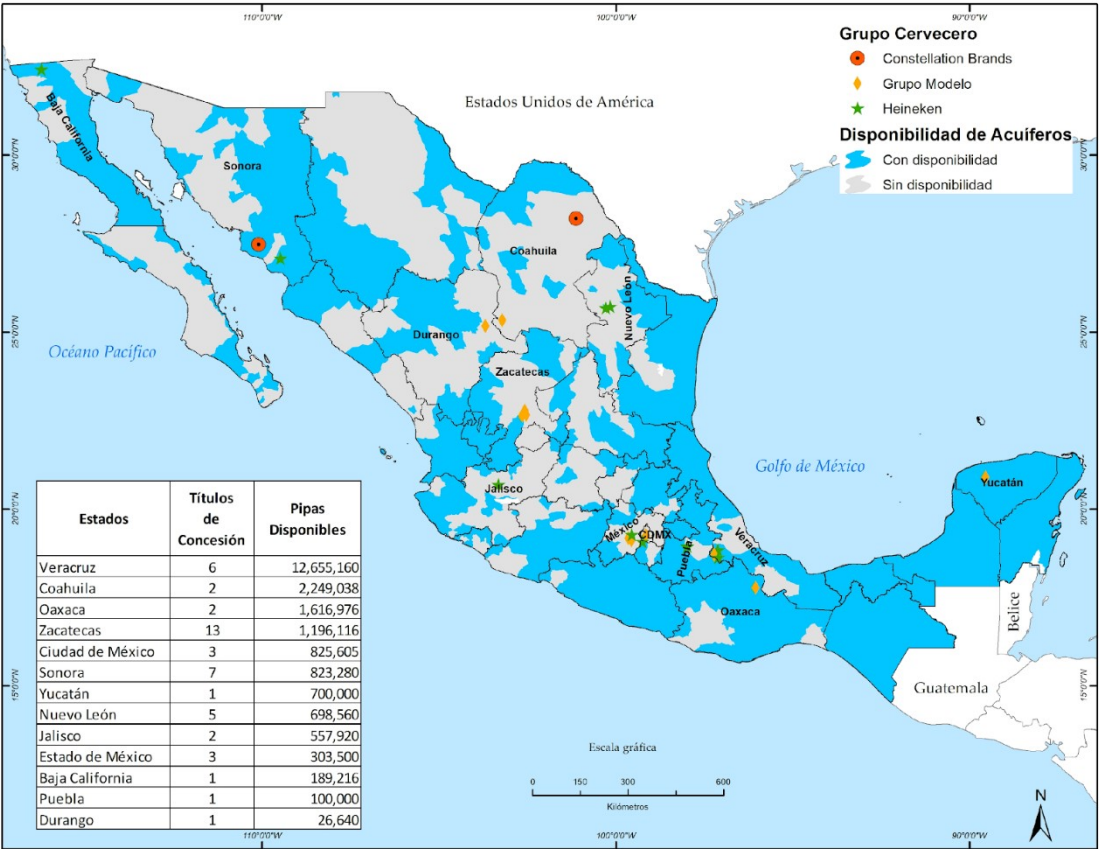
Fuente: Elaboración propia con datos de Talledos et al (2020, p. 49).

Las concesiones que se resumen en el cuadro 1, representan cerca de 96 hectómetros de agua (1 hectómetro = un millón de metros cúbicos) para producir cerveza en México, es decir, es una cifra superior al total del agua concesionada para toda la industria en el estado de Nuevo León, uno de los estados más industrializados y con nivel de producción de cerveza y refrescos azucarados más altos del país. En términos generales, el agua usada representó 2.25 por ciento

del total de agua concesionada para la industria nacional durante el año 2017. Si bien el porcentaje resulta bajo y no parecería ser un problema para el abasto de agua en las grandes ciudades del país, no hay que olvidar que entidades como Coahuila, Zacatecas, Nuevo León y Sonora, presentan baja disponibilidad de agua y la cual acentuará con el CC. Por el contrario, entidades como Yucatán, ubicado en el sur del México, cuenta con recursos hídricos en el subsuelo, pero presenta problemas graves de contaminación de agua superficial y subterránea, de cuyo subsuelo se extraen siete millones de metros cúbicos o siete hectómetros para producir cerveza (González, et al., 2018) (ver Mapa 1).

En términos generales, los altos consumos de agua que tiene la industria cervecera dependerán de su disponibilidad, gestión y costo, sin embargo, esto puede poner en riesgo el derecho humano al agua y saneamiento. El bajo precio pagado cada metro cubico de agua por esta industria, ocasionan alta producción y por lo tanto alto consumo de esta bebida alcohólica, lo que seguirá contribuyendo a vulnerar las condiciones de sostenibilidad, sobre todo en zonas donde hay una baja disponibilidad y sequías recurrentes por CC y débil gestión del agua. En el Mapa 1 se representan las principales empresas cerveceras ubicadas en zonas con baja disponibilidad de agua, medida en cantidad de pipas (10 m³ de agua).

Mapa 1. Disponibilidad de agua, equivalencia del agua concesionada en pipas y ubicación de plantas embotelladoras de cerveza, México.



Fuente: elaborado a partir del SINA-Conagua (2018) y Talledos, et al (2020).

En las regiones representadas en el mapa 1, las entidades como Nuevo León, Baja California y Coahuila, las concesiones de agua industrial son importantes tanto en términos relativos como absolutos (Conagua, 2008-2018), y debido a la sequía persistente no se han dado nuevas concesiones, sin embargo en su momento los gobiernos apoyaron tácitamente a esta actividad

industrial, tal como se cita en el libro *Captura política, grandes concentraciones y control de agua en México* (Talledos, et al, 2020, p.16). Han sido recurrentes los permisos y acceso a este vital líquido que han otorgado los organismos operadores de agua (OOA) a industrias como la cervecera, por arriba del agua que se otorga a la población. Tal hecho se hizo evidente durante 2022 cuando se presentó la “crisis hídrica” en Monterrey que se prolongó hasta el año 2023. Mientras que la industria cervecera padeció en menor medida la falta de agua ya que recurrieron a los distintos pozos concesionados para continuar la extracción y utilización de agua para producir esta bebida, la cual incrementó su demanda ante las altas temperatura y escasez hídrica en Monterrey, capital de Nuevo León.

Lo anterior resulta paradójico en entidades como Nuevo León, debido a que la Conagua reportaba en el 2016 que existía un déficit de 7.57 hectómetros cúbicos de agua para esta entidad, al igual que en Zacatecas, en donde se ubica la planta cervecera más grande del mundo, propiedad del grupo Modelo (Valadez, 2021). Al respecto, es pertinente señalar que en 2017, Zacatecas poseía 70.1 hectómetros cúbicos de agua (Conagua, 2008-2018) para uso industrial, con la cual produce el 24% de la cerveza nacional. Por otro lado, Conagua (2018) reportó que para 2018, 20 de sus 34 acuíferos estaban sobreexplotados y los 14 restantes no tenían agua.

Otro ejemplo del establecimiento de industria cervecera en regiones con escasez de agua es la planta de Nava en Piedras Negras, Coahuila; la cual está totalmente automatizada con eficiencia de uso de agua, depuración de hasta un 30 por ciento del reúso de las aguas generadas. Esta planta llegó a disminuir su huella hídrica de 3.49 litros de agua por litro de cerveza a 3.19 litros, ubicándose por debajo de media de la industria cervecera, que era de 3.53 litros (la media es 5 litros) (Constellation Brands, 2015). Además, se han esforzado en la transparencia y divulgación de la disminución de las emisiones de carbono para evitar contribuir al CC. Por otra parte, la planta cervecera de la Sierra de Guadalupe en Coahuila, se ha esforzado en temas de responsabilidad socio ambientales que implica la reforestación realizada por sus trabajadores, además se han implementado donaciones a bomberos y al DIF de Coahuila (Constellation Brands, 2017).

Heineken por su parte, en el período 2017-2019, ha tratado de apegarse a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y al acuerdo de París de la COP21, mediante acciones de reducción en el consumo de agua en un 30 por ciento a nivel interno. Se suma el tratamiento total a sus aguas residuales, y la reducción de emisiones en un 40 por ciento, además de la inversión del 20 por ciento en equipo ahorrador de energía eléctrica y un 40 por ciento en la refrigeración (Heineken, 2019).

En el ámbito social, la industria cervecera ha contribuido en temas de educación y la creación de bebidas sin alcohol, ayuda médica a grupos vulnerables, y acciones contra la violencia doméstica (Heineken, 2017). Además, en el caso del Grupo Modelo ha disminuido sus emisiones y consumo de energía, y la implementación de la ISO 14001, que conlleva acciones de ahorro de agua, tratamiento de sus aguas residuales y manejo de residuos (Grupo Modelo, 2006).

En resumen, las tres principales cerveceras antes referidas reportan que han realizado esfuerzos en temas ambientales y sociales, que competen a su responsabilidad social corporativa sostenible, en específico en el tema de acceso al agua para la producción de cerveza. Sin embargo, no han evaluado si dichas acciones compensan la extracción de agua para producir cerveza, sobre todo en lugares de baja disponibilidad de agua o estrés hídrico, que puede ser una actividad que pudiera poner en riesgo a los ecosistemas locales y también a las poblaciones humanas que ahí habitan.

Metodología

Considerando lo antes expuesto, la metodología propuesta en este trabajo se diseñó de acuerdo con los principios que establecen las Naciones Unidas (UN, 2009) y que se discutieron en el apartado teórico. La elaboración y cálculo de los siguientes índices de impacto ambiental y económico nacional de la industria cervecera permiten determinar si existe una asociación entre crecimiento de la producción cervecera y el uso eficiente de los insumos, en este caso, el agua bajo un contexto de DS. Dichos índices y la temporalidad propuestos se realizan en función de la información disponible.

Cabe mencionar que la construcción de índices de validez universal¹ y bajo un contexto de DS no es una tarea fácil, sin embargo, una aproximación que identifique el agotamiento de los recursos naturales, tiene mucha validez para impulsar políticas de protección y planeación para su explotación, con ese objetivo, se ha recurrido en la diversa literatura a la construcción de índices que midan la “huella ecológica” (indicador de sustentabilidad que permite calcular el grado de impacto que ejercen cierta comunidad humana, persona, organización, país, región o ciudad sobre el habiente en un espacio y periodo de tiempo) en cuyo caso se realiza a partir de datos físicos sobre la superficie de tierra y agua necesaria para producir los productos que consume una sociedad, y asimilar los residuos que esta produce (Gómez, 2015, p. 105). Sin embargo, esta construcción de índices como se mencionó dependerá en gran medida de la información disponible.

Por lo anterior, en la presente investigación se proponen primeramente dos índices asociados a la disponibilidad de agua y el PIB. Estos índices miden la eficiencia económica del agua (EEA), así como la eficiencia económica del agua para el uso industrial del agua (EEIA), los cuales son:

$$EEA_t = \frac{DA_t}{PIB_t} \quad (1)$$

$$EEIA_t = \frac{ACI_t}{PIB_{man_t}} \quad (2)$$

En la fórmula (1), EEA_t es un indicador de la eficiencia económica del agua en el tiempo t , DA representa la disponibilidad de agua² PIB y corresponde al Producto Interno Bruto a precios del 2013. Un índice positivo indica que existe equilibrio entre el tamaño de la economía y la disponibilidad de agua para satisfacer la demanda que ejercen las actividades productivas. Un índice negativo indicaría un desequilibrio y déficit de agua para satisfacer esa demanda.

En la fórmula (2), $EEIA_t$, se mide la eficiencia económica industrial del agua, ACI refiere al agua concesionada al sector de la industria, mientras que PIB_{man} refiere al PIB de la manufactura a precios del 2013. Este indicador mide el desempeño específico de la industria y su relación con el uso del agua.

Se elaboró también el indicador del grado de presión GP, el cual se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

¹ Los índices de validez universal son complejos de construir, pero una vez establecidos, son capaces de replicarse en los diferentes países. Sirva de ejemplo el Índice de Desarrollo Humano (IDH) (PNUD-México, 2015, p. 3). En este sentido, a partir de la información disponibles es posible contemplar la magnitud del impacto de la actividad cervecera en el territorio, así como actividades en zona industriales e instalaciones de generación de energía, y la infraestructura urbana (PNUD-México, 2014), esto incluido en los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) y que son parte del IDS considerados en el Informe Brundtland

² La disponibilidad de agua de acuerdo con la Semarnat, es aquella que circula por ríos y puede depositarse en otros cuerpos de agua, presas y bordos, y la que al final se infiltra en los acuíferos o se vacía en las zonas marinas.

$$GP_t = \left[\frac{AC_t}{AD_t} \right] * 100 \quad (3)$$

Donde DA es la disponibilidad de agua y AC es el agua concesionada para uso consuntivo. Cabe referir, que se plantea también un indicador sobre el grado de presión que ejerce en específico la producción de cerveza tomando como referencia el agua concesionada para uso industrial, este indicador se calcula como:

$$GPCI_t = \left[\frac{APC_t}{ACI_t} \right] * 100 \quad (4)$$

En la fórmula anterior, $GPCI_t$ es el grado de presión por el consumo industrial, ACI_t se refiere al agua concesionada para uso industrial; mientras que APC_t se refiere al agua utilizada en la producción de cerveza.

Para medir la intensidad del uso de agua en la producción de cerveza (IAC) se calcula el siguiente indicador:

$$IAC = \frac{A_t}{Cer_t} \quad (5)$$

En la fórmula (5), representa los litros de agua concesionada a la industria de cerveza al año y CER_t representa los litros de cerveza producidos en el año t . Por lo tanto, IAC indica cuántos litros de agua se utilizan para producir un litro de cerveza. Se espera que entre menor sea el valor del indicador, mayor será la eficiencia del uso industrial del agua. Un valor alto del indicador IAC implica un alto costo ambiental para la sociedad, ya que se dispone de manera ineficiente de un recurso vital y escaso (agua) para producir un bien no esencial (cerveza).

Tomando en cuenta que la Ley Federal de Derechos (2019:14) establece precios diferenciados para las zonas según su grado de disponibilidad, a través de la siguiente ecuación (6) se busca determinar si el precio del agua establecido por las zonas de disponibilidad contribuye a reducir la cantidad producida de cerveza (metros cúbicos). Por lo tanto, la variable a explicar es la cantidad de cerveza producida QP, mediante la siguiente regresión:

$$QP = \alpha_0 + \beta_1 Zi + \beta_2 L + \beta_3 AG + \beta_4 PROD + e \quad (6)$$

Donde la variable Zi representa el costo por litro de agua utilizada para producir un litro de cerveza en la zona de disponibilidad hídrica i, donde i= 1, 2, 3 y 4 (según Artículo 223, Ley Federal de Derechos de la Conagua (2019: p.14)). La zona hídrica 1 es la de mayor escasez de agua donde se paga un precio más elevado mientras que la zona 4 que posee mayor abundancia de agua, el precio por metro cúbico es más bajo, esto es, la ley de la oferta y la demanda de agua para uso industrial. En un análisis de regresión los coeficientes beta de las variables Zi se pueden representar como sigue:

$$\beta_1 > \beta_2 > \beta_3 > \beta_4$$

Ese comportamiento de los coeficientes significa que, a mayor precio por litro de agua, el costo será mayor y para maximizar sus utilidades las empresas tendrán que reducir el consumo de agua por unidad de cerveza producida. En vista de que los precios más altos se

localizan en la zona hídrica uno (Z1), se esperaría que el coeficiente $\beta_1 >$ sea el que tenga mayor impacto sobre la producción de cerveza (QP).

Otras variables de control incluidas en el modelo son: personal ocupado (L) que mide la generación de empleos, la concesión de agua (AG) otorgada por la Conagua medida en m³ y PROD que es la productividad de la planta medida por el número de litros de cerveza producido cada hora-hombre.

Finalmente, para determinar si la industria cervecera mexicana opera con cierto grado de sostenibilidad, se calculará el siguiente índice de desarrollo sostenible de la industria cervecera IDSc:

$$IDSc = \frac{\sum(X_1^1 + X_2^2 + X_3^3 + \dots + X_{nt})}{nt} \quad (7)$$

Donde:

IDSc, Índice de Desarrollo Sostenible de la industria cervecera.

$\sum(X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_{nt})$ es la suma de todos los indicadores que permiten representar el uso de los recursos de agua y energía eléctrica y contribución económica de la industria a la sociedad.

X_{1t} , índice que mide la contribución de la industria cervecera a la creación de empleos en la industria de las bebidas el tiempo t

X_{2t} , índice que mide la contribución a la generación de valor agregado de la industria de las bebidas en el tiempo t

X_{3t} , índice que mide la intensidad en el consumo de energía eléctrica. Dado que es un recurso cuyo consumo impacta negativamente en el medioambiente, en lugar de sumar, se resta.

X_{4t} , índice que mide la intensidad en el uso del agua para producir un litro de cerveza, dado que es un recurso escaso que se extrae de la naturaleza, en lugar de sumarlo, el indicador se resta.

n, es el número total de índices

El índice puede tomar valores positivos o negativos, dependiendo del grado de equilibrio entre lo que se extrae de la naturaleza recursos como: agua y energía, y lo que se contribuye a la sociedad a través de la creación de empleos y productos.

Cuando se presenta un valor negativo del indicador, refleja un desequilibrio en el uso del agua para producir cerveza, por el contrario, un valor positivo, un manejo correcto del agua para los procesos de producción. Para hacer los cálculos se utilizaron las bases de datos de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM) y las Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México (INEGI, 2021a, 2021b). Los datos corresponden a los periodos de 2013 a 2019 y 2013 a 2020. También se utilizó la base de datos publicados por el Registro Público de Derechos de Agua de la Comisión Nacional del Agua de varios años (REPDA, 2021).

Análisis y discusión de los resultados

La aplicación de las diferentes técnicas y metodologías ofrecen información valiosa para conocer la situación en que operan las empresas cerveceras y así poder hacer inferencias sobre su impacto ambiental y con ello bajo el concepto de DS. En el cuadro 2 se muestran los indicadores de contexto económico sobre el uso del agua. Con relación al índice de eficiencia económica, se aprecia que, por cada unidad adicional del PIB, se necesitaron en promedio al año 1,228,527 litros de agua. El valor de la EEA tendió a disminuir en el periodo analizado, tal como se muestra en la tasa de cambio de la EEA, lo cual implicaría que se utiliza una menor cantidad de agua por unidad adicional del PIB. La afirmación anterior se puede sostener, ya

que la tasa de crecimiento del PIB ha sido positiva, salvo para el 2019. Esto significa que el aumento de las actividades económicas del país no está ejerciendo mayor demanda de agua.

Cuadro 2. Indicadores de eficiencia económica y grado de presión.

Año	EEA	Δ PIB	Δ EEA	EEIA	Δ EEIA	GP	Δ GP	GPCI	Δ GPCI	IAC
2013	1,254,074			323,819		17.32		0.00243		9.5
2014	1,268,272	2.85	1.13	333,158	2.88	18.99	9.64	0.00228	-6.42	8.8
2015	1,238,470	3.29	-2.35	333,032	0.04	19.17	0.94	0.00220	-3.22	8.3
2016	1,219,580	2.63	-1.52	339,192	1.85	19.20	0.15	0.00231	4.95	8.4
2017	1,211,789	2.11	-0.63	370,395	9.20	19.45	1.30	0.00206	-10.79	7.8
2018	1,199,239	2.19	-1.03	369,512	0.24	19.67	1.13	0.00226	9.59	8.0
2019	1,208,269	-0.18	0.75	374,613	1.38	19.79	0.61	0.00223	-1.56	7.8

NOTA: para los valores de GP, se consideran los siguientes parámetros: sin estrés (< 10);

bajo (10 a 20); medio (20 a 40); alto (40 a 100); muy alto (> a 100). Δ = Tasa de cambio.

Fuente: cálculos propios con datos del REPDA (2021) e INEGI (2021a, 2021b).

Con relación al indicador de EEIA, se aprecia que, en la industria manufacturera, en promedio se ocuparon cerca de 350,000 litros de agua por unidad adicional del PIB manufacturero. A diferencia del indicador anterior, éste tuvo una tendencia a aumentar, lo cual implicaría que en la industria se necesita una mayor cantidad de agua por unidad adicional del PIB manufacturero. Al analizar la tasa de cambio del EEIA se aprecia que efectivamente todos los valores son positivos.

En la referente al GP se considera que, aunque está dentro de un nivel bajo de estrés hídrico en el periodo de tiempo analizado, la tendencia en el crecimiento va en aumento a una tasa promedio de casi un punto porcentual, lo cual implicaría que, de seguir así, se estaría en un nivel medio en el grado de presión.

Ahora, cuando se calculó el mismo indicador de grado de presión que ejerce la producción de cerveza, pero considerando el total de agua concesionada para uso industrial (GPCI), los resultados no muestran una tendencia positiva o negativa que sea sostenible y por tanto no se puede realizar algún tipo de conjetura con relación al uso del agua en la industria cervecera. Dado lo anterior, se calculó el indicador IAC, al dividir el volumen de agua concesionada entre los litros de cerveza producidos en este país para determinar cuántos litros de agua se requieren para producir un solo litro de cerveza (excluyendo el cultivo de cebada). Los resultados muestran que existe una tendencia decreciente a lo largo del periodo, por ejemplo, en 2013 se requerían en promedio 9.5 litros de agua para producir un litro de cerveza, para 2019 el indicador se redujo a 7.8. Esto podría ser muestra del uso eficiente del agua en el proceso productivo de la industria. De acuerdo con algunos estudios, la media internacional es de 5 litros de agua por cada litro de cerveza producida (Corrales, 2020).

En relación con los factores que determinan la producción de cerveza, además del trabajo y la productividad, los resultados de la estimación de la ecuación (6) se presentan en el Cuadro 3. Se estimaron cuatro ecuaciones, una para cada zona hídrica y se aplicaron las pruebas de diagnóstico de normalidad, heterocedasticidad y auto correlación al modelo. Las columnas representan los coeficientes estimados para cada una de las variables explicativas y sus respectivos errores estándar para determinar su significancia estadística. Lo primero que resalta es que, la producción total de cerveza (QP) no está determinada por los costos del agua (Z), es decir por los precios establecidos en la Ley Federal de Derechos (2019) según la zona de

disponibilidad hídrica. Lo anterior lo comprobamos a través de los coeficientes beta de las variables Z cuyos resultados no fueron estadísticamente significativos. La variable que sí explica la producción de cerveza fue la disponibilidad de agua (AG), y que se mide por las concesiones otorgadas por la Conagua a la industria. Esta variable AG resultó estadísticamente significativa, aunque con signo negativo, independientemente de la zona de disponibilidad hídrica en donde se ubiquen las plantas cerveceras.

Cuadro 3. Producción total de cerveza (datos anuales de 2013 a 2020).

Variable explicativa	Coeficiente β_1	error est	Coeficiente β_2	error est	Coeficiente β_3	error est	Coeficiente β_4	error est
Z ₁	0.054	0.030						
Z ₂			0.045	0.034				
Z ₃					0.047	0.031		
Z ₄							0.049	0.031
L	1.098***	0.047	1.068***	0.053	1.068***	0.050	1.072***	0.049
AG	-0.177**	0.041	-0.138**	0.045	-0.136**	0.043	-0.140**	0.042
PROD	1.035***	0.056	0.989***	0.072	0.990***	0.067	0.996***	0.064

Nota: cada coeficiente beta representa el cambio porcentual de la variable explicada ante un cambio porcentual en la variable explicativa.

Fuente: elaboración propia a partir de datos del REPTA (2021) y INEGI (2021a).

** 5% nivel de significancia estadística, *** 1% nivel de significancia estadística.

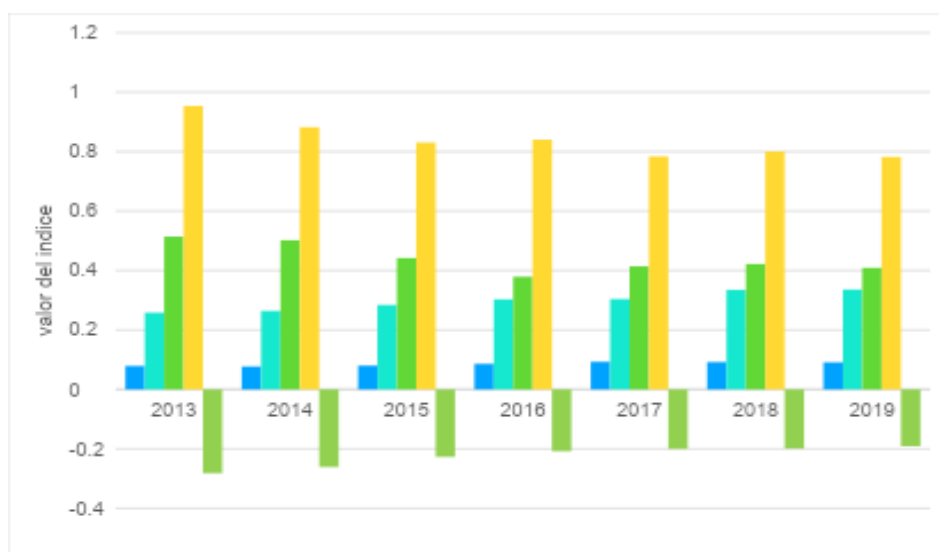
Los resultados también indican que la producción de cerveza depende del factor trabajo (L) y de la productividad laboral (PROD) al rechazarse la hipótesis nula de que no influyen en el crecimiento de la producción, con coeficientes significativos en todos los casos. Estos resultados pueden servir como instrumento de política ambiental donde el otorgamiento de las concesiones de agua puede ser un instrumento para regular el consumo industrial de agua en la producción cervecera. Como ha quedado demostrado, los precios del agua no tienen impacto en la toma de decisiones para la administración y el reparto del agua, porque las grandes empresas son las que mayor capacidad financiera poseen para pagarla. Sin embargo, donde no tienen poder es para acceder a las concesiones de agua, las cuales recaen en la autoridad federal a través de la Conagua. Recientemente, la autoridad federal decidió limitar el número de concesiones de agua, dándole prioridad solo a las concesiones para los servicios públicos de agua potable y la producción de alimentos (DOF, 2023). Aunque el agua para uso industrial representa menos de 5% del volumen total concesionado, esta política en el manejo de los recursos, tendrá un impacto significativo sobre la industria que depende del agua para sus procesos productivo, como la cervecera.

Finalmente, el índice de desarrollo sostenible de la industria cervecera (IDSc) nos indica si existe un equilibrio entre lo que la industria contribuye a la sociedad a través de la generación de empleos y de valor agregado, y lo que demanda del medio ambiente para su proceso productivo, como es el agua y la energía eléctrica (generada con recursos naturales). El índice calculado puede fluctuar entre -1 y 1, ya que no se construye como la sumatoria de todos los índices, sino igual a la sumatoria de los indicadores positivos como la contribución al empleo y valor agregado, menos los indicadores negativos, en este caso la intensidad en el consumo de agua y de energía eléctrica. Estos resultados muestran que mientras más se acerque al 1, mayor será el equilibrio entre desarrollo económico y uso de los recursos naturales, ya que la

contribución de las empresas a la economía es mayor que la explotación de los recursos naturales, en este caso el agua o la energía eléctrica.

El cálculo del IDSc mostró los siguientes resultados (ver Figura 2). La industria cervecera en México opera con cifras negativas, lo cual quiere decir que, durante este periodo de tiempo, las empresas han tenido una contribución a la economía relativamente menor que la demanda de recursos naturales y energéticos que ejercen para producir cerveza. En la última columna se muestra que el índice es negativo, sin embargo, también es notable que desde 2013 ha reducido su magnitud y se ha acercado a 1, lo cual podría interpretarse como un acercamiento hacia la sostenibilidad.

Figura 2. Cálculo de los índices de sostenibilidad de la industria cervecera (IDSc).



Nota: Los valores máximos y mínimos utilizados para calcular los índices fueron de 100 y 0 para X1 y X2, de 2.2 y 0 para X3 y de 10 y 0 para X4.

Fuente: Elaboración propia con datos de la INEGI (2021a) y REPDA (2021).

Valores positivos del índice nos estarían mostrando que la contribución de la industria a la economía es mayor que la demanda que ella hace de los recursos de agua y energía. Sin embargo, podemos ver que existe aún un largo trecho para que la industria cervecera logre encontrar un equilibrio entre su contribución a la sociedad y su demanda de recursos escasos como lo es el agua.

Conclusiones

Las condiciones de escasez y disminución en la disponibilidad de agua que han sufrido diversas regiones del mundo han llevado a que las empresas cerveceras adopten medidas de eficiencia de su uso en diversos procesos, lo que se ha evidenciado con diversas acciones a nivel interno y externo. Sin embargo, aún es evidente la baja sostenibilidad en este momento al existir precios bajos del agua concesionada a las empresas cerveceras. Actualmente cuentan con concesiones para extraer agua subterránea en regiones de escasez hídrica, lo que les permite producir altos volúmenes de cerveza el mercado nacional e internacional. El resultado es una industria maximizadora de ganancias operando en regiones con recursos limitados.

Las plantas cerveceras regularmente se establecen en zonas vulnerables con baja disponibilidad y escasez hídrica, la cual incrementa el estrés hídrico que por sí mismo se da por sus

características geográficas y el cambio climático que se presenta en las entidades del norte de México. Así, el concepto de “empresa socialmente responsable” se pone en tela de duda si sus responsabilidades ambientales son limitadas, dado que la reforestación hecha por el personal de la empresa y la eficiencia en el uso del agua en el proceso, no incluyen acciones de recarga hídrica en la zona donde se ubican, y mucho menos se ajusta la producción a la sostenibilidad hídrica regional.

Por lo cual, los indicadores propuestos demuestran que los volúmenes de uso de agua para producir cerveza han disminuido entre 2013 y 2019, en un promedio de 8.2 litros de agua por cada litro de esta bebida alcohólica. Sin embargo, si el ritmo de crecimiento actual de la producción cervecera continúa, será insostenible debido a que existen factores ambientales como la sobreexplotación hídrica, contaminación y el propio cambio climático, que han propiciado un incremento del estrés hídrico en los ecosistemas, además del aumento en tipos de usos del agua que requiere la población y la agricultura.

Los resultados de esta investigación constatan el hecho de que la producción de cerveza está determinada por la disponibilidad de agua y no por el precio que pagan por metro cúbico por ser un precio relativamente bajo (aunque paguen más quienes están instalados en zonas de escasez hídrica), por lo cual, la política de precios no impacta sobre las decisiones de producción y consumo de agua. Es necesario que se considere esta situación para modificar las políticas de concesiones de agua y así, alcanzar, la sostenibilidad ambiental que disminuya la presión hídrica, cuyo resultado sería reducir el volumen de agua concesionada y evitar una catástrofe ecológica por la falta de agua en el futuro cercano.

La conclusión anterior lleva a repensar políticas basadas en un desarrollo sostenible que permita en lo posible el uso equitativo del recurso hídrico, con una economía en crecimiento y bienestar social armónico, cuyo resultado evitaría conflictos entre los diversos usuarios del agua. Cabe señalar que si bien es reconocible los esfuerzos que han hecho las empresas para ser eficientes en el uso de agua dentro de los procesos para reducir el consumo e incluso la realización de acciones denominadas “socialmente responsables” que se apegan a CC y DS, esto aún no resulta evidente las zonas del país donde la escasez y baja disponibilidad de agua va en aumento.

Es importante reiterar que, si bien resulta inevitable la continuidad en la explotación de los recursos naturales para satisfacer las necesidades del crecimiento económico, se necesita poner límites para garantizar el abasto futuro mediante la revisión de los títulos de concesión vencidos, heredados o perdidos. Por lo cual, es indispensable que la autoridad que le compete las concesiones y todas aquellas involucradas con el uso de agua, rediseñen los mecanismos para otorgar las concesiones y contar con información específica sobre la disponibilidad de agua subterránea en el país.

Por último, este trabajo aporta la construcción de índices que puedan alertar a la autoridad en el uso sostenible del agua en México; que incluye precios y el volumen de agua concesionada por la autoridad competente. Contar con mayor investigación que genere información y propuestas específicas de política, son tareas insoslayables por los especialistas para generar insumos que identifique formas y métodos de uso sostenible del agua, volumen de agua existente y fenómenos colaterales que favorezcan el tan añorado desarrollo sostenible, en este y otros sectores productivos del país.

Referencias bibliográficas

- **Anglés, H.M. (2018).** Los cursos de agua compartidos entre México y los Estados Unidos de América y la variable medioambiental. Una aproximación. *Anuario mexicano de derecho Internacional*. vi. <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-internacional/article/view/151/239>

- **Bradley D. y Parrish B. (2005, June).** What Tanzania's coffee farmers can teach the world: A performance-based look at the fair trade-free trade debate. *Sustainable Development*, 13(3), pp. 177-189.
- **Brundtland, G.H. (1987).** *Our common Future*. Oxford University Press.
- **Calvillo, E. (2017).** *La cerveza artesanal, una experiencia multisensorial*. Deloitte México. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/consumer-business/2017/Cerveza-Artesanal-Mexico-2017.pdf>
- **Castro, G. (2003).** Coca Cola, la historia negra de las aguas negras. Otros Mundos Chiapas AC. <https://otrosmundoschiapas.org/coca-cola-la-historia-negra-de-las-aguas-negras-1/>
- **Comisión Nacional del Agua. (Conagua) (2018).** Disponibilidad de agua superficial y problemática del abasto de agua potable en el corredor Fresnillo-Zacatecas. <http://sama.zacatecas.gob.mx/wp-content/uploads/2018/12/1-DisponibilidaddelAguaSuperficial.pdf>
- **Comisión Nacional del Agua. (2024).** Distribución de volúmenes concesionados para usos agrupados consuntivos 2023. REPDA. Disponible en: <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=repda>
- **Constellation Brands. (2015).** *Viviendo nuestros valores*. [Informe de responsabilidad social corporativo]. <https://dlus3rlggbdsn.cloudfront.net/uploads/downloads/Constellation-FY15-CSR-Report-Spanish.pdf?mtime=20180321165610&focal=none>.
- **Constellation Brands. (2017).** *Informe de responsabilidad social corporativo*. <https://dlus3rlggbdsn.cloudfront.net/uploads/downloads/Constellation-FY17-CSR-Report-Spanish.pdf?mtime=20180321165619&focal=none>
- **Constellation Brands. (2019- 2020).** *Sustentabilidad social, ambiental y económica*. [Reporte]. <https://www.cbrands.mx/wp-content/uploads/2021/01/Informe-de-Sustentabilidad-2019-2020.pdf>
- **Corrales, C. S. (2020).** El uso industrial del agua en la cervecería Heineken en Monterrey, México. *región y sociedad*, 32(2020). <https://regionysociedad.colson.edu.mx/index.php/rys/article/view/1298>
- **Corrales, C. S. y Vera López J. I. (2020).** Industrialización del agua y producción de cerveza en Monterrey *Intersticios sociales*, no.23 Zapopan mar.2020
- **Cortéz, A. (2020).** Elementos de conflicto socio ambiental: la cervecera Constellation Brands y el agua de Mexicali. *Frontera Norte*, 32. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2032>
- **Delgado, G. C. (2014).** *Apropiación de agua, medio ambiente y obesidad: los impactos del negocio de bebidas embotelladas en México*. UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Primera edición.
- **Diario Oficial de la Federación. (2023).** Decreto por el que se establecen facilidades administrativas para la renovación de títulos de concesiones o asignaciones de aguas nacionales, para los usos que se indican. 14 de marzo de 2023. Gobierno de México. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5682767&fecha=14/03/2023#gsc.tab=0
- **Díaz, E. (2018).** La producción de cerveza, en peligro por el cambio climático. <https://blogthinkbig.com/cerveza-peligro-cambio-climatico>
- **Efe, (2018).** La industria de la cerveza declara la guerra al cambio climático. *Periódico Portafolios, negocios*. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/la-industria-de-la-cerveza-le-declara-la-guerra-al-cambio-climatico-523230>.
- **García-Orozco, D.; Espitia-Moreno, I. C.; Alfaro-García, V. G. and Merigó, J. M. (2020).** Sostenibilidad en México un análisis bibliométrico del área del conocimiento en los últimos 28 años.

Inquietud Empresarial, 20(2), 101-120. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/inquietud_empresarial/article/view/11479/9914

- **Garzón, M.A. e Ibarra, M.A. (2014).** Revisión Sobre la Sostenibilidad Empresarial. *Revista de estudios avanzados de liderazgos*. 1(3), pp. 52-77. <https://www.regent.edu/acad/global/publications/real/vollno3/4-castrillon.pdf>
- **Gómez, C. (2015).** El Desarrollo Sostenible: Conceptos básicos, alcance y criterios para su evaluación. Capítulo III. pp.105 y 106. <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r16lr/w25357w/Cap3.pdf>
- **González H.; Alborno E.; B.I. Sánchez, P.I.A. y Osorio R. J.H. (2018).** El acuífero yucateco. Análisis del riesgo de contaminación con apoyo de un sistema de información geográfica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 34(4). Pp. 667-683. <https://doi.org/10.20937/rica.2018.34.04.09>
- **Grupo Modelo. (2006).** Informe de responsabilidad social 2006. Informe sustentabilidad 2018. https://portal.grupomodelo.com/descargas/fundacion/Informe_2018.pdf
- **Gutiérrez G.E. y Gaudiano G.E (2010).** De teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Edit UANL. –Siglo XXI, p. 125
- **Hardin, G. (1968).** “The Tragedy of the Commons.” *Science*, vol. 162, no. 3859, pp. 1243–48. <http://www.jstor.org/stable/1724745>. Accessed 6 Mar. 2024.
- **Hart, S.L. y Milstein, M. (2003).** Creating Sustainable Value. *Academy of Management Executive*, 17 (2), pp. 56-69. https://www.stuartlhart.com/sites/stuartlhart.com/files/creating_sustainable_value.pdf
- **Heineken MX. (2017).** El lado sustentable de la leyenda. <https://heinekenmexico.com/noticia/el-lado-sustentable-de-una-leyenda>
- **Heineken MX. (2019).** Reporte de sustentabilidad logros en agua co2 y más. <https://heinekenmexico.com/noticia/reporte-de-sostenibilidad-de-heineken-logros-en-agua-co2-y-mas>
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017).** Estadísticas a propósito de la actividad de la elaboración de la cerveza. INEGI, Aguascalientes, México. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825096649.pdf
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020).** Colección de estudios sectoriales y regionales. Conociendo la Industria de la cerveza. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198428.pdf
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021a).** Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM). Periodo 2013-2019. www.inegi.org.mx/app/tabulados/pxwebv2/pxweb/es/EAIM/EAIM/EAIM_0.px/
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021b).** Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM), Periodo 2013-2019. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/pxwebv2/pxweb/es/EMIM/EMIM/EMIM_NACIONAL_0.px/
- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021c).** Cerveceros de México. Conociendo la industria de la cerveza. Comunicado de prensa núm.16/21. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825198428>
- **Jiménez C.A. y Vargas-Hernández J, G. (2019).** Grupo modelo. Análisis basado en la industria del gigante cervecero. *Revista Investigación y Negocios*, año 12(20), pp. 42-54.
- **Krugman, P. (1992).** Geografía y comercio Barcelona, Antoni Bosch Editor, 249-252 p. <https://www.revecap.alde.es/revista/numeros/02/pdf/donoso.pdf>

- **Ley Federal de Derechos. (2019).** Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua, (Conagua). <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/CGRF-1-19%20LFD.pdf>
- **Ley Federal de Derechos. (2021).** Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional del Agua. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/635527/CGRF-1-21_LFD_VF.pdf
- **Marcuello, Ch.; Bellostas-Pérezgrueso, A.J.; Camón, J.; Marcuello, C. y Moneva, J. (2007).** Transparencia y sostenibilidad en las empresas de inserción aragonesas. [Documento de trabajo - Fundación Economía Aragonesa (FUNDEAR)], ISSN 1696-2125, (42), pp. 1-76.
- **Martínez, M; Biganzoli F; Arata A.; Inés Dinolfo M.I, Rojas DC; Cristos D. and Stenglein S. (2022).** Warm nights increase Fusarium Head Blight negative impact on barley and wheat grains. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volume 318, 1 May 2022, 108909.
- **Programa de Naciones Unidas-México, PNUD-México. (2014).** IDH Municipal en México: Nueva metodología. <https://www.undp.org/es/mexico/publications/idh-municipal-en-m%C3%A9xico-nueva-metodolog%C3%ADa>
- **Programa de Naciones Unidas-México, PNUD-México. (2015).** Índice de desarrollo humano de México. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr2015reportsppdf.pdf>
- **Ramírez, A.; Sánchez, JM y García, A. (2004).** El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 6(21), pp. 55-59.
- **Registro Público de Derechos de Agua (REPDa). (2021).** Consulta base de datos del REPDa. (2013-2019). Comisión Nacional del Agua. <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- **Sach, J.D. (2015).** La era del desarrollo sostenible. Nuestro futuro está en juego: incorporemos el desarrollo sostenible a la agenda política mundial. https://www.planetadelibros.com/libros_contenido_extra/31/30978_La_era_del_desarrollo_sostenible.pdf
- **Sistema Nacional de Información de Agua (SINA)- Comisión Nacional del Agua, (Conagua). (2018).** Acuíferos sobre explotados. SINA-Conagua. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos>
- **Sánchez, J. (2019).** La transición de la organización hídrica: gestión del agua y redes hidrosociales en la microcuenca Amazcala, El Marqués, Qro. Tesis de maestría en Gestión Integrada de Cuencas, Universidad Autónoma de Querétaro. Tesis de Maestría Facultad de Ciencias Naturales Universidad Autónoma de Querétaro. <https://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1734>
- **Talledos, S. E.; Álvarez, B. B.; Hatch, K. G.; Rodríguez, S. A. y Velázquez, J. A. (2020).** Captura política, concentraciones y control grandes de agua en México. Universidad Nacional Autónoma de México y OXFAM [Informe Agua 2019. Mapa de cervceras]. Colegio de Geografía UNAM, y OXFAM. http://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/bitstream/FFYL_UNAM/2533/1/Captura%20politica%20grandes%20concentraciones%20y%20control%20de%20agua%20en%20Mexico.%20Informe%20agua.pdf
- **United Nations (2009).** Measuring Sustainable Development. United Nations Economic Commission for Europe. New York and Geneva. https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/801Measuring_sustainable_development.pdf
- **Valadez R. A. (26 de abril de 2021).** Zac: Seca Grupo Modelo uno de los principales acuíferos de Zacatecas. *La Jornada*. <https://agua.org.mx/zac-seca-grupo-modelo-uno-de-los-principales-acuíferos-de-zacatecas-la-jornada/>
- **Vázquez Galán, B. I.; Corrales Corrales, S.; González-Ávila, M. E. & Martínez Sidón, G. (2023).** El costo y la disponibilidad de agua en la producción de la industria cervecera mexicana. *Acta Universitaria*, 33, 1-17. <https://doi.org/10.15174/au.2023.3619>

- **World Wide Fund for Nature; WWF (2014).** Huella hídrica en Bavaria. identificando riesgos para la construcción de una estrategia de custodia del agua. Pag. 5 En: https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/huella_hidrica_bavaria_1.pdf
- **Xie, W.; Xiong, W.; Pan, J.; Ali, T.; Cui, Q.; Guan, D.; Meng, J.; Mueller, N.; Lin, E. y Davis, S. (2018).** Decreases in global beer supply due to extreme drought and heat. *Nature Plants*, (4), pp. 964–973. <https://www.nature.com/articles/s41477-018-0263-1.epdf>

Contribución del autor/a (CRediT)

Metodología: Gilberto Martínez Sidón y Belem Vázquez Galán. Investigación: Belem Vázquez Galán, Salvador Corrales Corrales y María Eugenia González Ávila. Conceptualización: María Eugenia González Ávila. Manejo de software: Gilberto Martínez Sidón. Visualización: María Eugenia González Ávila. Administración: María Eugenia González Ávila. Análisis formal: Belem Vázquez Galán. Supervisión: Salvador Corrales Corrales. Redacción: Gilberto Martínez Sidón y Salvador Corrales Corrales.

Sobre los autores y autoras

Gilberto Martínez Sidón. Doctor en Ciencias Económicas por la Universidad Autónoma de Baja California. Es profesor investigador del Departamento Académico de Economía de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Colaborador del cuerpo académico de Desarrollo Territorial y Competitividad Empresarial. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores desde el año 2020. Líneas de investigación: crecimiento y desarrollo económico; análisis sectorial y regional de la economía.

María Eugenia González Ávila. Doctora en Manejo y Uso de recursos Naturales por el CIBNOR. Profesora e investigadora del Colegio de la Frontera Norte. Es parte de los Cuerpos Académicos de Agua y Socio-ecosistemas. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores en el nivel 2. Líneas de investigación: Desarrollo sostenible, gestión e impacto ambiental en agua, residuos y energía.

Belem Vázquez Galán. Doctora en Economía por la Universidad de Birmingham del Reino Unido. Es profesora-investigadora del Colegio de la Frontera Norte en Monterrey. Su área de especialización es comercio internacional y crecimiento económico. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores en el nivel 1.

Salvador Corrales Corrales. Doctor en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma de Sinaloa, fue profesor investigador en El Colegio de la Frontera Norte desde noviembre de 1993 hasta el 15 de agosto de 2024. Perteneció al Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. La principal línea de investigación: desarrollo industrial de México.