

EFICIENCIA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO: USO SUSTENTABLE DEL AGUA

M.C. A. Gabriela Andrade Servín¹

Dra. Hilda R. Guerrero García Rojas²

Dr. Rodrigo Gómez Monge³.¹

RESUMEN

En el presente ensayo se analizan los 13 organismos de cuenca representados en México con base en la producción agrícola, superficie cosechada y volumen de agua para riego en el año de 2014. Se utilizó el método de datos envolventes (DEA) por medio del cual se observa que el Golfo Centro y la Península de Yucatán, son los más eficientes. Para el caso de la cuenca Noroeste, se considera el más ineficiente en producción agrícola, por ser el que tiene menos acceso al recurso hídrico, además se observa una sobreproducción en los organismos de cuenca de la Frontera Sur y Península de Yucatán, debido a que estos estados cuentan con suficiente recurso hídrico para sus producciones agrícolas. Además, el Golfo del Centro, la Frontera Sur y el Valle de México obtuvieron una mayor producción agrícola con base en su superficie sembrada; a diferencia de Lerma-Santiago-Pacífico, Pacífico Sur y Golfo Centro necesitaron un mayor volumen de agua para regar sus superficies regadas, finalmente el Pacífico Sur, Noroeste y Pacífico Norte necesitaron mayor volumen de recurso hídrico para obtener mayor producción. El DEA se considera una herramienta de gran utilidad para conocer y analizar las variables de entrada y salida, así como los resultados eficientes e ineficientes, con la finalidad de conocer el uso sustentable del recurso hídrico para riego de la producción del sector agrícola, además de detectar impactos positivos o negativos para aportar estrategias y toma de decisiones más acertadas en cuestión del uso sustentable del recurso hídrico.

¹ Maestra en Ciencias, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica s/n, Colonia Felicitas del Rio, C.P. 58040, 3-22-35-00, agandrade@fevaq.net

² Profesora-Investigadora, Tiempo Completo, Facultad de Economía, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica s/n, Colonia Felicitas del Rio, C.P. 58040, 3-22-35-00, hildaguerrero@fevaq.net

³ Profesor-Investigador, Tiempo Completo, Facultad de Economía Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Av. Francisco J. Mújica s/n, Colonia Felicitas del Rio, C.P. 58040, 3-22-35-00, rmonge@fevaq.net

Palabras clave: organismos de cuenca, DEA, uso sustentable, recurso hídrico.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola de cada país es importante para la seguridad alimentaria de sus poblaciones. Si bien ya lo mencionaba Malthus (1798) en su primer ensayo que la población crecía más rápido que la producción de alimentos, y por consecuencia, la humanidad estaría condenada a sufrir sobrepoblación y escasez. Ciertamente Malthus, exageró pero cada vez es más común enfrentar problemas graves en cuestión del sector alimenticio de todas las naciones, por ello existen diversos organismos enfocados a desarrollar programas, planes, estrategias, acciones, innovaciones tecnológicas y científicas, etc., todas ellas encaminadas a aportar posibles soluciones. Para ello, existen organismos como la FAO que han puesto énfasis en incrementar la producción de alimentos, sin limitar el control de la población. Recientemente, se reunieron expertos en la Cumbre Mundial Sobre Alimentación, celebrada en Roma en 1996, demostraron que la disponibilidad de alimentos era suficiente para satisfacer la demanda de energía de los habitantes del planeta. (FAO, 1996).

A partir de las estadísticas del agua en México acerca de producción agrícola correspondiente a 2014, se analiza más detalladamente la cantidad disponible del recurso hídrico para producción agrícola en el territorio mexicano, este está dividido en 13 organismos de cuenca para la distribución y aprovechamiento del agua en los cultivos de maíz para consumo (CONAGUA, 2015).

Actualmente, se tienen diversas instituciones y programas enfocados a estudios con la cuestión hídrica, para el caso de México, existe el Programa Nacional Hídrico 2014-2018 (PNH), que contempla cuatro líneas de política pública se establece la importancia del manejo responsable y sustentable del agua en la seguridad alimentaria, además de la producción de alimentos para la población. Para cumplir con lo establecido en estos fines, “la Comisión Nacional del Agua (Conagua) ha impulsado estrategias y programas integrales para la modernización y tecnificación del riego que permitan incrementar los índices de productividad, así mismo atender la seguridad alimentaria de la población, elementos fundamentales para alcanzar un desarrollo sustentable.” (CONAGUA, 2015, p.5).

El objetivo del presente ensayo estudio es analizar la eficiencia de los organismos con base en su producción (miles de ton), superficie (ha) y volúmenes de agua (miles de m³), utilizados en la producción agrícola, obteniendo una visión global y detallada del año agrícola 2014 para México, además de la utilización del software DEA, el cual es una herramienta útil para conocer las eficiencias e ineficiencias de la distribución y utilidad del recurso hídrico.

RIEGO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO

El uso del recurso hídrico para riego de producción agrícola para el año agrícola 2014, se consideró como un año regular. La superficie física regada fue de 2.538 millones de hectáreas.

El 77% del agua se utiliza para la producción agrícola y ganadería, el 14% para disposición municipal, el 5% para enfriamiento de plantas termoeléctricas y el 4% para la industria (sin termoeléctrica). (FAO, 2014).

Para la producción agrícola se dispone del recurso hídrico principalmente del aprovechamiento de gravedad de las presas, siendo la principal fuente de abastecimiento en la mayoría de los organismos de cuenca, solamente los organismos Península de Baja California, Golfo Centro y Península de Yucatán no reportan este tipo de aprovechamiento. En los organismos Península de Baja California, Balsas, Golfo Centro, Frontera Sur y Valle de México, el aprovechamiento principal es por gravedad, esto por derivación en términos de volumen distribuido, y para el organismo Península de Yucatán, el único aprovechamiento es de bombeo de pozos profundos. Existen estadísticas interesantes para cinco organismos de cuenca, como es el caso del organismo de cuenca de la Península de Baja California, Noroeste, Pacífico Norte, Río Bravo, y Lerma-Santiago-Pacífico concentraron 2.04 millones de hectáreas físicas regadas, que representó el 80.2 por ciento de la superficie física y utilizaron el 74.5 por ciento del volumen distribuido. (FAO, www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm, 2014).

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO

México siempre se ha caracterizado por ser un país netamente consumidor de maíz, desde los registros históricos, el ser humano, desde que deja de ser un ser nómada y se vuelve sedentario, se alimenta principalmente de granos, entre ellos, el maíz.

Para el caso de México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) se tiene distribuido el recurso hídrico correspondiente al 72% a un destino agrícola, el 14% para el servicio urbano-humano, 10% para el sector industrial y un 4% para la industria hidroeléctrica (INEGI, 2015). Como se observa, el sector agrícola es el que mayor recurso hídrico requiere para cumplir con la fase productiva.

Actualmente, en el sentido alimentario, no se ha evolucionado en gran diferencia, siendo consumidores y productores de maíz, figurando entre los primeros lugares a nivel mundial. Recientemente, en el 2011, la producción de maíz en México cayó a un nivel muy bajo en 20 años ubicándose dentro de los primeros lugares a nivel mundial, ello producto de los fenómenos climáticos que afectaron las principales zonas productivas. (Curiel, 2015).

El sector agrícola enfrenta un reto de productividad, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (FAO), un país debe de ser capaz de producir al menos el 75% de los alimentos que consume para dar seguridad alimentaria a su población. (Curiel, 2015). Actualmente, es difícil cumplir con ello, con los efectos del cambio climático que se padecen e inciden de manera directa en la agricultura. Realmente, será un reto que la agricultura se adapte al cambio climático.

México, al igual que el resto del mundo, tendrá que enfrentar la necesidad de hacer más sustentable su producción de alimentos. El país destina $\frac{3}{4}$ partes del agua disponible en las zonas en donde los productores cuentan con sistemas de riego. El incremento de la población mexicana se verá en la necesidad de duplicar su producción nacional de alimentos, de acuerdo con las estimaciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se duplicará en los próximos 40 años para alcanzar 230 millones de personas en el año 2050. (Curiel, 2015).

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA AFECTADA POR EL CAMBIO CLIMÁTICO

Este se define como un incremento paulatino de la temperatura en el planeta, lo cual es muy factible que lo causen las emisiones de gases de efecto invernadero promovidas por los procesos productivos de nuestra sociedad (Cantú Martínez, 2014).

Los efectos del cambio climático más afectados se tienen a los recursos hídricos, estos serán insuficientes para atender las necesidades básicas de las personas; los alimentos también se verán afectados, al tener condiciones más difíciles para producir y abastecer de alimentos suficientes a una creciente población mundial, se estima que “será necesario incrementar al doble la tasa existente de crecimiento de rendimiento agrícola, pero considerando que es importante disminuir el deterioro ambiental ligado a esta actividad” (Cantú Martínez, 2014).

Los cambios observados por el calentamiento de los últimos 50 años está el aumento de las temperaturas y hielo del Ártico, cambios reflejados en las cantidades de precipitación salinidad de los océanos, patrones de viento, cambios extremos como sequías, lluvias torrenciales, ondas de calor e intensidad de los ciclones tropicales.

En latitudes bajas se proyecta que la productividad de granos básicos disminuirá aún para aumentos de temperatura menores (1-2°C). En latitudes altas la productividad de granos puede aumentar para incrementos de temperatura de entre 1 a 3°C, pero decrecerá si el aumento de temperatura es mayor. (Conde Alvarez, 2007)

METODOLOGÍA

Los datos analizados se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de los Distritos de Riego que publica el informe anual de “Estadísticas Agrícolas de los Distritos de Riego”, tal como se observa en la fig. 1, la distribución de los 13 organismos de cuenca, los distritos de riego para México.



Figura. 1. Distritos de riego por organismo de cuenca para México.

Además, se observa en la tabla 1, la información proporcionada por (CONAGUA, 2014) sobre la producción agrícola (miles de ton) con base en la superficie física regada (ha) y el volumen de agua utilizada (miles de m³) para los 13 organismos de cuenca en México.

Tabla 1. Concentrado de producción agrícola de los distritos de riego por organismo de cuenca							
No.	Organismos de cuenca	Producción	Superficie sembrada	Volumen			
	2014	(miles de ton)	(ha)	(miles de m ³)	(ton/ha)	miles de m ³ /ha	miles de m ³ /ton
I	Península de Baja California	3,551.81	220,674.00	2,556,117.00	16.10	11,583.23	719,666.03
II	Noroeste	4,098.10	398,036.00	3,932,864.00	10.30	9,880.67	959,679.85
III	Pacífico Norte	9,163.21	761,074.00	7,959,800.00	12.04	10,458.64	868,669.39
IV	Balsas	3,599.45	150,794.00	2,127,182.00	23.87	14,106.54	590,974.18
V	Pacífico Sur	606.96	32,883.00	593,693.00	18.46	18,054.71	978,141.89
VI	Río Bravo	4,078.64	359,949.00	2,311,167.00	11.33	6,420.82	566,651.38
VII	Cuencas Centrales del Norte	1,492.32	47,845.00	796,105.00	31.19	16,639.25	533,468.02
VIII	Lerma-Santiago-Pacífico	6,879.15	153,835.00	2,986,811.00	44.72	19,415.68	434,183.15
IX	Golfo Norte	4,532.91	103,479.00	790,782.00	43.81	7,641.96	174,453.50
X	Golfo Centro	2,324.72	30,559.00	536,219.00	76.07	17,547.01	230,659.61
XI	Frontera Sur	1,678.66	27,094.00	338,258.00	61.96	12,484.61	201,504.77
XII	Península de Yucatán	692.99	14,787.00	72,940.00	46.86	4,932.71	105,254.04
XII	Valle de México	4,740.84	94,709.00	1,493,910.00	50.06	15,773.69	315,115.04
	Total	47,439.76	2,395,718.00	26,495,848.00	19.80	11,059.67	558,515.64

Fuente: Elaboración propia a partir de CONAGUA, (2015)

Analizando la tabla anterior, se observan los organismos de cuenca con mayor producción con base en la superficie sembrada corresponden al Golfo Centro (Estados de Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz); la Frontera Sur (Estado de Chiapas) y el Valle de México (Estados de Hidalgo y Estado de México). Estos estados son los que siembran mayor superficie para obtener producción agrícola.

En el caso de los organismos de cuenca que un necesitaron un mayor volumen de agua para riego de su superficie sembrada fueron Lerma-Santiago-Pacífico (Estados de Aguascalientes, Colima, México, Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Zacatecas). Para el Pacífico Sur (Estados de Guerrero y Oaxaca) y Golfo Centro (Estado de Veracruz). Estos estados son los que necesitan mayor volumen de agua para regar sus superficies sembradas.

Finalmente, los organismos de cuenca que necesitaron mayor volumen de agua con base en producción fueron Pacífico Sur (Estados de Guerrero y Oaxaca); Noroeste (Estado de Chihuahua) y Pacífico Norte (Estados de Durango, Nayarit y Sinaloa). Cabe resaltar, que estos estados son los más consumidores del recurso hídrico para obtener mayor producción. A continuación se describen los estados que conforman los diversos organismos de cuenca en México con base en las estadísticas agrícolas de los distritos de riego (CONAGUA, 2015).

A continuación se describen los diversos organismos de cuenca divididos en México de acuerdo a los distritos de riego.

Para el organismo de cuenca Península de Baja California está conformada por Río Colorado, B.C.-Son., y en Baja California Sur está Santo Domingo, B.C.S.

El organismo de cuenca Noroeste lo conforman los estados de Chihuahua que está constituido por el distrito de reigo de Papigophic, Chi., para el caso del estado de Sonora, están las Colonias Yaquis, Son.; Altar-Pitiquito-Caborca, Son.; Río Mayo, Son.; Río Yaqui, Son.; Costa de Hermosillo, Son.; y Guaymas, Son.

En el organismo de cuenca Pacífico Norte lo integran los estados de Durango, Nayarit y Sinaloa con Culiacán-Humaya, Sin.; Guasave, Sin.; Mocorito, Sin.; Río Fuerte, Sin.; y Valle del Carrizo, Sin.; Elota-Piactla, Sin.; Río San Lorenzo, Sin.; y Baluarte-Presidio, Sin.

El organismo de cuenca Balsas está constituido por el estado de Guerrero con Amuco-Cutzamala, Gro., y Tepacaocuilco-Quechultenango, Gro.; en el estado de Michoacán está Tuxpan, Mich.;

Lázaro Cárdenas, Mich.; José María Morelos, Mich.-Gro., y Quitupan-La Magdalena, Mich.; Morelos, en el estado de Puebla está Vlasequillo, Pue.; y en el estado de Tlaxcala está Atopac-Zahuapan, Tlax.

Para el organismo de la cuenca Pacífico Sur están el estado de Guerrero con Atopac, Gro.; Cuajinicuilapa, Gro., y Nexpa, Gro.; en el estado de Oaxaca está Tehuantepec, Oax.; y el Río Verde-Progreso, Oax.

En el organismo de la cuenca Río Bravo están el estado de Chihuahua constituido por Delicias, Chih.; Valle de Juárez, Chih.; Buenavista, Chi.; El Carmen, Chih.; Bajo Río Conchos, Chih.; Río Florido, Chih.; Bajo Río Bravo, Alto Río Conchos, Chih-Tamps.; en el estado de Coahuila está Palestina, Coah.; en Nueva León se tiene a Don Martín, Coah.-N.L.; y a Las Lajas, N.L.; para Tamaulipas está Bajo Río Bravo Tamps.; Bajo Río San Juan, Tamps.; y Acuña-Falcón, Tamps.

El organismo de las cuencas Centrales del Norte está la región Lagunera, Coah.-Dgo.

Para el organismo de la cuenca Lerma-Santiago-Pacífico está el estado de Aguascalientes con Pabellón, Ags.; Colima, México, para Guanajuato se tiene al Alto Río Lerma, Gto., y La Begoña, Gto.; para Jalisco se tiene a Tomatlán, Jal., y Jalisco Sur, Jal.; para Michoacán están Morelia, Mich., Ciénega de Chapala, Mich., Zamora, Mich., y el Rosario-Mezquite, Mich.; y Zacatecas.

En el organismo de la cuenca Golfo Norte está el estado de Hidalgo con Metztlán. Hgo., y Tulancingo, Hgo.; para el estado de Querétaro está San Juan del Río, Qro.; para el estado de San Luis Potosí lo conforman Río Verde, S.L.P.; y Río Pánuco-U. Pujal-Coy, S.L.P.-Ver.; en Tamaulipas está Mante, Tamps.; para el caso de Veracruz lo conforman el Río Pánuco-U., Chicayán, Ver., y Pánuco (El Higo), Ver.

El organismo de la cuenca Golfo Centro está constituido por el estado de Veracruz con La Antigua, Ver., y Río Blanco, Ver.

Para el organismo de la cuenca Frontera Sur está conformado por el estado de Chiapas con Cacahoatán-Suchiate, Chis.; Río Blanco, Chis.; Cuxtepeques, Chis.; y San Gregorio, Chis.

En el organismo de cuenca Pensínsula de Yucatán está conformado por el estado de Quintana Roo con el Río Hondo, Q.Roo; y para el estado de Yucatán está el Río Ticúl, Yuc.

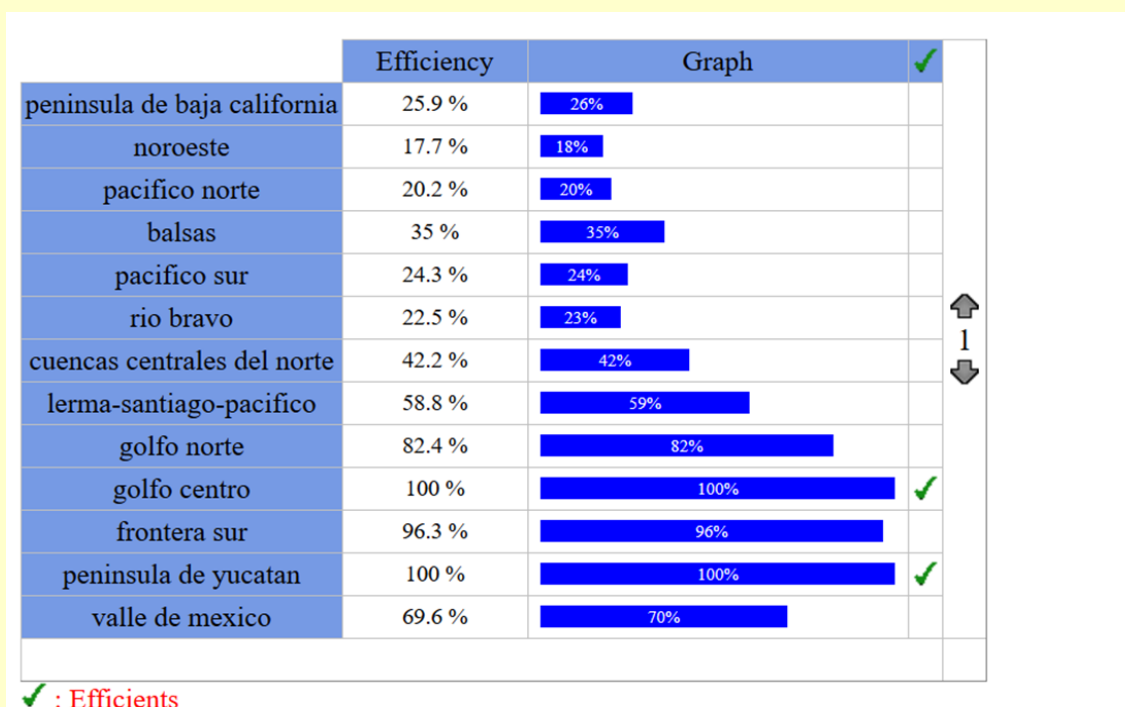
El organismo de la cuenca Valle de México está el estado de Hidalgo con Tula. Hgo., Alfajayucan, Hgo., y Ajacuba, Hgo.; y para el caso del Estado de México está constituido por Jilotepec, Mex.; La concepción, Mex.; Chiconautla, Mex.; y Arroyozarco, Mex.

Se analizó el método DEAOS (Análisis de Datos Envolventes) para determinar sus niveles de eficiencia de los organismos de cuenca.

El Análisis Envolvente de Datos (DEA), por sus siglas en inglés, es un modelo basado en una programación lineal, que evalúa la eficiencia relativa de las unidades de toma de decisiones (DMU), por sus siglas en inglés, con múltiples entradas y salidas. La utilidad y beneficio de este método es permitir la identificación de un subconjunto de eficientes unidades de toma de decisiones para obtener "mejores prácticas" y una magnitud de su eficacia que no se mide comparando a una frontera sino a partir de las unidades de toma de decisiones eficiente. (<https://www.deaos.com/>, 2016). Con este método, se analizó la variable de producción como salida (output); la superficie y el volumen de agua como las variables de entradas (inputs). Se considera una herramienta eficaz para evaluar el desempeño de las DMU, ya que es un software que es fácil de usar e instalación para permitir evaluar datos con modelos con detalles matemáticos.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la base de datos y el programa DEAOS se observa que el Golfo Centro (Estado de Veracruz) y Península de Yucatán (Estados de Quintana Roo y Yucatán), son los organismos de cuenca más eficientes para la producción agrícola, con un 100% de eficiencia, (véase fig. 2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Organismos de cuenca más eficientes para producción agrícola en México.

Cabe señalar que estos dos organismos de cuenca son los que tienen más alcance al recurso hídrico para su producción agrícola a diferencia de los once organismos de cuenca restantes que se consideran ineficientes de acuerdo al programa DEAOS. A diferencia del organismo de cuenca del Noroeste que es el más ineficiente por ser el que tiene menor acceso al recurso hídrico (Estados de Chihuahua y Sonora).

Tal como se muestra en la fig. 3, se muestra la disponibilidad de cada organismo de cuenca en su producción (miles de ton), en superficie (ha) y en volumen de agua (miles de m³), con el color rojo y con el color verde es lo que se utilizó de cada uno para el 2014 en México.

	produccion (miles de ton)	superficie (ha)	volumen (miles de m3)
peninsula de baja california	3551.81 to 3551.81	220674 to 57044.306	2556117 to 660757.14
noroeste	4098.1 to 4098.1	398036 to 70267.031	3932864 to 694285.638
pacifico norte	9163.21 to 9163.21	761074 to 153590.295	7959800 to 1606345.812
balsas	3599.45 to 3599.45	150794 to 52850.093	2127182 to 745532.092
pacífico sur	606.96 to 606.96	32883 to 7978.634	593693 to 140001.155
rio bravo	4078.64 to 4078.64	359949 to 81069.328	2311167 to 520531.396
cuencas centrales del norte	1492.32 to 1492.32	47845 to 20174.32	796105 to 335685.596
lerma-santiago-pacifico	6879.15 to 6879.15	153835 to 90428.071	2986811 to 1586742.031
golfo norte	4532.91 to 4532.91	103479 to 85304.393	790782 to 651892.443
golfo centro	2324.72 to 2324.72	30559 to 30559	536219 to 536219
frontera sur	1678.66 to 1678.66	27094 to 26085.914	338258 to 325672.438
peninsula de yucatan	692.99 to 692.99	14787 to 14787	72940 to 72940
valle de mexico	4740.84 to 4740.84	94709 to 65875.147	1493910 to 1039093.864

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Disposición de producción, superficie y volumen en los diversos organismos de cuenca en México en el 2014.

Se observan todos los organismos de cuenca en cuanto a su producción tanto los números en la parte izquierda (rojo) son idénticos a los números de la derecha (verde), debido a que su producción es completa. Para el caso de la superficie, se tiene que todas varían, es decir, se consideran ineficientes excepto para los organismos de cuenca del Golfo Centro y la Península de Yucatán. En el caso del volumen utilizado para riego de sus producciones se tiene que son ineficientes todos excepto el Golfo Centro y la Península de Yucatán.

Además, se observa en la figura 4, se muestran los organismos de cuenca más ineficientes (Pacífico Sur y Lerma-Santiago-Pacífico) en cuanto al uso del recurso hídrico para regar sus superficies para obtener producción agrícola.

	produccion (miles de ton)	superficie (ha)	volumen (miles de m3)
peninsula de baja california	0	0	0
noroeste	0	0	0
pacifico norte	0	0	0
balsas	0	0	0
pacifico sur	0	0	4050.766
rio bravo	0	0	0
cuencas centrales del norte	0	0	0
lerma-santiago-pacifico	0	0	168980.378
golfo norte	0	0	0
golfo centro	0	0	0
frontera sur	0	0	0
peninsula de yucatan	0	0	0
valle de mexico	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Fig. 4. Organismo de cuenca más ineficiente en cuanto al uso de recurso hídrico para riego.

Para el caso de la producción se tiene que los organismos de cuenca de la Frontera Sur (Estado de Chiapas) y la Península de Yucatán (Estados de Quintana Roo y Yucatán) son los que tienen mayor peso sobre todos los demás organismos de cuenca, ya que estos tienen sobreproducción agrícola, (véase figura 5).

	produccion (miles de ton)	superficie (ha)	volumen (miles de m3)
peninsula de baja california	0	0	0
noroeste	0	0	0
pacifico norte	0	0	0
balsas	0	0	0
pacifico sur	0	0	0
rio bravo	0	0	0
cuencas centrales del norte	0	0	0
lerma-santiago-pacifico	0	0	0
golfo norte	0	0	0
golfo centro	0	0	0
frontera sur	0.001	0	0
peninsula de yucatan	0.001	0	0
valle de mexico	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Sobreproducción de los organismos de cuenca frontera sur y península de Yucatán.

Se realizó un estudio de referencia para analizar un estudio de imitación, con la finalidad de tender a una eficiencia en cuanto a producción, superficie y volumen utilizados en todos los organismos de cuenca como es el caso del Golfo Centro y la Península de Yucatán, (véase figura 6).

	Peer Group	Frequencies	✓
península de baja california	golfo centro,península de yucatan	0	
noroeste	golfo centro,península de yucatan	0	
pacífico norte	golfo centro,península de yucatan	0	
balsas	golfo centro,península de yucatan	0	
pacífico sur	golfo centro	0	
rio bravo	golfo centro,península de yucatan	0	
cuencas centrales del norte	golfo centro,península de yucatan	0	
lerma-santiago-pacífico	golfo centro	0	
golfo norte	golfo centro,península de yucatan	0	
golfo centro	golfo centro	12	✓
frontera sur	golfo centro,península de yucatan	0	
península de yucatan	península de yucatan	10	✓
valle de mexico	golfo centro,península de yucatan	0	

✓ : Referenced

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Referencias para imitar eficiencia.

Como se observaron los análisis de la utilidad y distribución del recurso hídrico, superficie sembrada y producción del maíz, en el territorio mexicano muy pocos estados aprovechan de manera sustentable el recurso para su producción, con base en el programa DEA, es de gran utilidad para ver a quienes se pueden imitar para corregir las malas prácticas de utilidad y distribución del recurso hídrico.

CONCLUSIONES

Cabe señalar que México se encuentra dividido en 13 organismos de cuencas, en los cuales se analizó la producción agrícola, la superficie cosechada y el volumen de agua utilizado. Para ello, se tiene que los organismos de cuenca correspondiente al Golfo Centro (Estado de Veracruz) y la Península de Yucatán (Estados de Quintana Roo y Yucatán), son los más eficientes.

Para el caso de la cuenca Noroeste (Estados de Chihuahua y Sonora), se considera el más ineficiente en producción agrícola, por ser el que tiene menos acceso al recurso hídrico.

Además, se observa una sobreproducción en los organismos de cuenca de la Frontera Sur y Península de Yucatán (Estados de Chiapas, Quintana Roo y Yucatán), debido que estos estados cuentan con suficiente recurso hídrico para sus producciones agrícolas.

Los organismos de cuenca más ineficientes en cuanto al uso del recurso hídrico son Pacífico-Sur y Lerma-Santiago-Pacífico, por lo cual se recomienda imiten al Golfo Centro y la Península de Yucatán para tender hacia la eficiencia.

De acuerdo, al análisis de datos envoltentes (DEA), se considera una herramienta de gran utilidad para conocer, así mismo analizar las variables (entradas y salidas) eficientes e ineficientes, con ello detectar impactos positivos o negativos para aportar estrategias y toma de decisiones más acertadas en cuestión del uso sustentable del recurso hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

- Cantú Martínez, P. C. (2014). Cambio climático: sus repercusiones para la sustentabilidad. *Sustentabilidad ecológica*, 31-36.
- Castro, C. (2000). La seguridad alimentaria de México en el año 2030. *Ciencia ergo sum*, 49-55.
- CONAGUA. (2015). *Estadísticas agrícolas de los distritos de riego*. México: SEMARNAT.
- Conde Alvarez, C. &.Z. (2007). Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 23-30.
- Curiel, R. (2015). *MasAgro por la seguridad alimentaria y el desarrollo agrícola sustentable en México*. México: Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo.
- FAO. (1983). *World Food Security: a reappraisal of the concepts and approaches*. Rome: Director Generals Report.
- FAO. (1996). *Necesidades de alimentos y crecimiento de la población. Documentos Básicos*. Roma: Cumbre Mundial sobre la Alimentación.
- FAO. (30 de diciembre de 2014). www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/mex/indexesp.stm.
- <https://www.deaos.com/>. (10 de julio de 2016). Obtenido de <https://www.deaos.com/>.
- INEGI. (23 de 02 de 2015). www.inegi.gob.mx. Obtenido de www.inegi.gob.mx.
- Rubio. (26 de mayo de 2008). La crisis alimentaria y el nuevo orden agroalimentario financiero energético mundial. *La jornada*, págs. 43-51.

Malthus T. 1789. El principio de la población en la economía clásica: Thomas Malthus y su Método. 140.