

Exploratory Assessment of Sugarcane Crop (*Saccharum* spp.): Performance Landscape Approach

Evaluación exploratoria del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.): Enfoque del paisaje del desempeño

Vázquez-Navarrete, César J.¹; Izquierdo-Hernández, José^{1*}; Salgado-García, Sergio¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco. Cárdenas, Tabasco, México, 86500

*Autor por correspondencia: izquierdo.jose@colpos.mx

ABSTRACT

Objective: Perform an exploratory analysis of sugar cane (*Saccharum* spp.) cultivation (CCA) through a performance landscape (PD) approach including an analytical description of the food balance sheet and performance indicators.

Design/methodology/approach: Three main dataset were constructed by using different statistic information systems, including eight performance variables-production, exports, imports, consumption per capita, acreage, production value, yield, farm-gate price, revenue per hectare on SCC, sugar products and 82 perennial crops (PC). Analytical description was based on municipality scale and temporal series (2003-2017). PL focused on the assessment of percentage proportion between SCC and PC, considering acreage and production value.

Results: Mexican consumption of sugar equivalent was decreasing in spite of its high consumption value (37.5 kg person⁻¹ y⁻¹). For 15 years, production of SCC and its acreage have gradually increased. Since farm gate prices showed a real increment (34%), production value and revenue per hectare (MX55676 ha⁻¹) also revealed growth. In contrast, yield (84 Mg ha⁻¹) stagnated (5%). PL assessment identified 94 municipalities where SCC dominates acreage and production value.

Limitations on study/implications: Descriptive analysis is powerful to characterize systems and shed light on improving understanding on the identification of driving factors, selecting a core dataset to measure their impacts and seeking for causality relationships.

Findings/conclusions: The integration of different information sources clarify the interrelations between economic, social and environmental themes, particularly in agriculture.

Keywords: food balance sheet, national statistics, descriptive analysis.

RESUMEN

Objetivo: Realizar un análisis exploratorio del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) (CCA) mediante un enfoque de paisaje del desempeño (PD) incluyendo una descripción analítica de hoja balance alimentaria e indicadores de desempeño.

Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 7, julio. 2019. pp: 35-41.

Recibido: diciembre, 2018. **Aceptado:** junio, 2019.

Diseño/metodología/aproximación: Tres tablas de datos fueron construidas usando diferentes sistemas de información estadística (SIE) e incluyendo ocho variables-producción, exportaciones, importaciones, consumo per cápita, superficie, valor de la producción (VP), precio pagado al productor (PP) e ingreso unitario sobre el CCA, productos de azúcar y 82 cultivos perennes (SPAP). La descripción analítica fue basada a nivel municipal y una serie temporal (2003-2017). A través del PD, se evaluó el porcentaje de proporción entre el CCA y los SPAP, considerando superficie y el VP.

Resultados: El consumo de azúcar equivalente está disminuyendo ($37.5 \text{ kg persona}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Las exportaciones incrementaron y representaron 40% de la producción; las importaciones crecieron moderadamente, pero existe suficiencia alimentaria. Por 15 años, la producción y superficie del CCA ha crecido gradualmente. Los PP mostraron un crecimiento real (34%), en consecuencia, también el VP y el ingreso unitario ($\$ 55,676 \text{ ha}^{-1}$). En contraste, el rendimiento (84 Mg ha^{-1}) está estancado (5%). La evaluación del PD identificó 94 municipios donde el CCA domina superficie y VP.

Limitaciones del estudio/implicaciones: Este tipo de estudios, aporta información a temas económicos de gran visión; sin embargo, en lo social, se carece de relaciones vinculantes entre productores e instituciones que concentran los datos, además de que no contienen información ambiental (clima, suelo, etc.) y de manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar en cada estado de la república mexicana.

Hallazgos/conclusiones: La integración de diferentes SIE clarifica las interrelaciones entre los temas económicos, particularmente en agricultura.

Palabras clave: hoja de balance alimentario, estadísticas nacionales, análisis descriptivo.

El uso de esta información en el análisis de caña de azúcar es incipiente comparada con la gran tradición que tiene el cultivo no solo en México sino a escala global (Bordonal *et al.*, 2018). Adicionalmente, los temas en diferentes sistemas de información estadística (SIE) no son independientes entre sí, algunos se superponen, otros se complementan y algunos otros se incorporan para generar otros indicadores (FAO, 2018; van Oort *et al.*, 2017; Vazquez-Navarrete, 2018). El objetivo de este estudio fue realizar una descripción analítica de la hoja de balance alimentaria (HBA) de México, la balanza comercial y los indicadores de producción; así como llevar a cabo una evaluación exploratoria del cultivo de caña de azúcar mediante el enfoque de paisaje del desempeño.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio incluyó el análisis de dos SIE: Departamento Estadística de la FAO (FAOSTAT) y el Sistema de Información Agropecuario (SIAP); así como otras SIE para preparar los datos (i.e. Índice Nacional de Precios y Cotizaciones, Marco Geoestadístico Nacional). FAOSTAT ofrece información a nivel global de una gran variedad de temas, la HBA de México fue seleccionada para este estudio. El SIAP registra la información de la producción agropecuaria de México y a partir del 2003 presenta esta información desagregada a nivel de municipios.

La hoja de balance alimentario (HBA)

La HBA comprende varios temas, pero cuatro elementos clave (producción, exportación, importación, consumo doméstico) del producto azúcar en su versión "equivalente" fueron seleccionados para este estudio. La recuperación de

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) está presente en 130 países distribuidos en zonas tropicales y subtropicales entre los paralelos 35° norte y sur. En 2017, México fue el sexto productor de caña de azúcar (56.9 millones de toneladas –Tg) y también el sexto exportador de azúcar a nivel mundial (723.9 millones de US dólares) con una balanza comercial superavitaria de 671.1 millones de US dólares (Baez-Gonzalez *et al.*, 2018; FAO, 2019). A nivel nacional, la caña de azúcar tuvo una importante participación en la producción agrícola, ocupando 772 mil hectáreas (3.7% de la superficie agrícola nacional) y un VP de 38 412 millones de pesos (6.5% del valor agrícola nacional). Incluso, se reconoce la importancia de contar con estadísticas sobre el desarrollo de este importante cultivo; ya que son utilizadas por el gobierno y actores principales del sistema de producción para formular políticas públicas, asignar apoyos públicos, y tomar decisiones sobre una variedad de cuestiones importantes (Hess *et al.*, 2016; Solomon, 2016). Tener esta información dentro del diseño estratégico de manera confiable y accesible es lo que impulsa a no solo tener sistemas estadísticos consolidados, sino también a desarrollar una cultura basada en hábitos de sistematización de información estadística.

los datos de la HBA tomó en consideración la siguiente ruta crítica: (i) ingresar a la plataforma de FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>) en su apartado de Food Balance Sheets y (ii) seleccionar los países [World>(List)], los elementos estadísticos [*Import Quantity, Export Quantity, Production Quantity, Domestic supply quantity, Food supply quantity, Total population*], los ítems relacionados con el cultivo de caña de azúcar [sugar cane] y los años disponibles [1993-2013]; (iii) posteriormente, preparar e integrar los datos en una hoja de cálculo, homogeneizar el nombre de los campos y las unidades de medida de las variables según corresponda; (iv) finalmente, realizar algunas pruebas de estabilidad de datos con el propósito de localizar errores ortográficos, inconsistencias y omisiones usando tabla dinámica en Excel (FAO, 2017; Vazquez-Navarrete, 2018). Una tabla de datos con 904 mil registros fue generada.

Desempeño del cultivo de caña de azúcar

La evaluación del cultivo de la caña de azúcar consideró dos niveles exploratorios. El primer nivel se dividió en dos partes; la primera se enfocó en la descripción estadística de las variables asociadas a la caracterización del cultivo en 2017, e incluyeron superficie cosechada (SC), volumen de la producción (QP), valor de la producción (VP), rendimiento (RT), precio pagado al productor (PP) e ingreso unitario (IU). La segunda parte se enfocó en la descripción de la evolución de cada variable entre 2003 y 2017. El segundo nivel se concentró en la estimación de la magnitud de la participación del CCA en cada municipio, considerando las variables superficie y valor. Para el cálculo de la participación porcentual se utilizó la información de los sistemas de producción agrícola de ciclo perenne (SPAP) a nivel municipal, un total de 82 SPAP fueron seleccionados (Anexo 1). La estimación de la Participación porcentual de la SC del CCA (PPS_{cca}) se realizó con la ecuación 1:

$$PPS_{cca} = \frac{S_{ccaj}}{\sum S_{ij}}$$

Dónde: S_{ccaj} es la superficie del CCA correspondiente al j -ésimo municipio; S_{ij} es la superficie del i -ésimo SPAP seleccionado, correspondiente al j -ésimo municipio.

De manera análoga, se realizó la estimación de la participación porcentual del valor de la producción del CCA (PPV_{cca}), mediante la ecuación 2:

$$PPV_{cca} = \frac{V_{ccaj}}{\sum V_i}$$

Dónde: V_{ccaj} es el valor de la producción del CCA, correspondiente al j -ésimo municipio; V_i es el valor de la producción del i -ésimo SPAP correspondiente al j -ésimo municipio.

La recuperación de los datos de los SPAP y la CCA comprendió la siguiente ruta crítica: (i) ingresar a la plataforma de SIAP y recuperar 18 archivos correspondientes al periodo 2000-2017 (<http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>); (ii) seguidamente preparar e integrar los datos en una hoja de cálculo, homogeneizar el nombre de los campos, incluidos las entidades y los municipio con el Marco Geo estadístico Nacional, los valores monetarios fueron deflactados al año base 2015, usando el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC); (iii) posteriormente, realizar algunas pruebas de estabilidad de datos con el fin de identificar errores ortográficos, inconsistencias y omisiones, usando una tabla dinámica en Excel; finalmente, con los resultados de las ecuaciones 1 y 2, se clasificaron los municipios con base a cuatro categorías de participación porcentual, tanto para la superficie cosechada como para el VP: I (1-25), II (26-50), III (51-75), y IV (76-100) y se elaboró un mapa (SAGARPA, 2017; Vazquez-Navarrete, 2018). Una tabla de datos con 19.8 millones de registros fue generada. El Estado de México y su respectivo municipio no fue considerado en esta descripción, debido a que en el periodo que comprende el estudio solo presenta datos en un año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El CCA y su interacción con la demanda aparente

En 2013, el consumo de azúcar a nivel mundial fue de 26.2 kg persona⁻¹ año⁻¹, en México fue de 37.5 kg y el promedio de Estados Unidos y Canadá fue de 32 kg. La demanda nacional aparente fue de 4.2 Tg de azúcar, la cual se cubrió con un 94% de la producción nacional y un 6% de las importaciones (Figura 1). Este patrón de consumo no ha sido estático y se ha modificado entre 1993 y 2013. El consumo per cápita anual, en 1993, fue de 47.7 kg lo cual representó un decremento de 21% entre ambos años; aunque la tendencia ha sido negativa, resalta un comportamiento de altibajos a lo largo del periodo. La producción de azúcar se incrementó en 71% durante este periodo, pasando de 4.08 Tg en 1993 a 6.98 Tg en 2013, aunque con ciertas disparidades. La evolución de las importaciones de azúcar entre 1993 y 2013

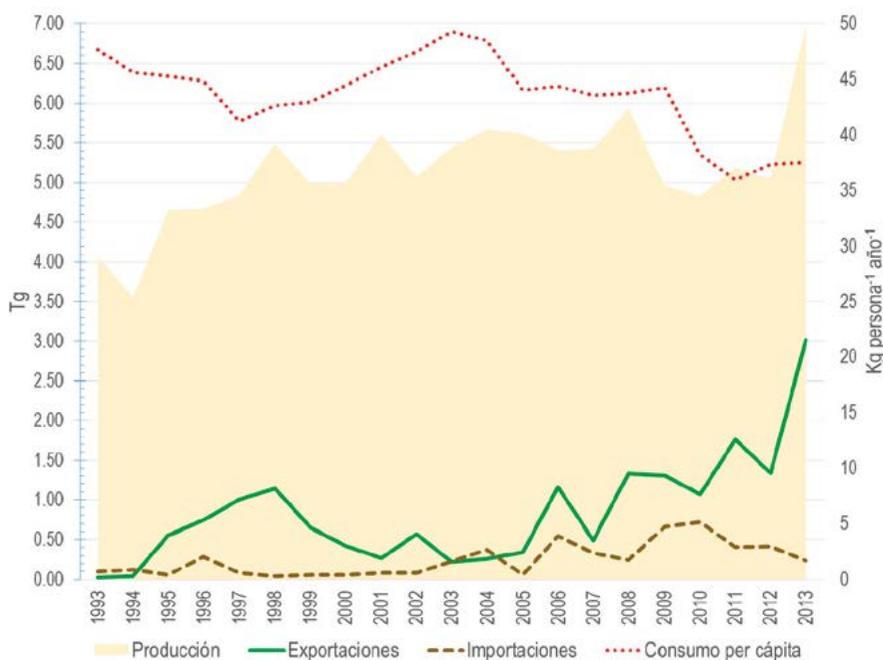


Figura 1. Hoja de balance alimentario de México entre 1993 y 2013, según producción, exportaciones e importaciones (en Tg) y consumo per cápita (en kg persona⁻¹ año⁻¹).

mostró un incremento de 131%; sin embargo, esto tuvo mayor énfasis a partir del 2006, aunque con moderadas variaciones. Lo anterior contrasta, ya que las importaciones representaron tan solo 3% de la producción nacional. Durante el mismo periodo de evaluación, las exportaciones de azúcar tuvieron un fuerte crecimiento al pasar de 0.03 Tg en 1993 a 3.0 Tg y en el último año, las exportaciones representaron 43% de la producción nacional.

Considerando la descripción anterior resaltan tres hechos; primero, México es autosuficiente en azúcar, lo cual es señalado también en otras investigaciones (Baez-Gonzalez *et al.*, 2018); segundo, el notorio crecimiento de las exportaciones de azúcar coloca a México como un caso de éxito, aprovechando su capacidad productiva y posicionamiento geográfico (Figuroa-Rodríguez *et al.*, 2015); finalmente, como en otros países la demanda de azúcar en México muestra una clara tendencia a la baja debido en parte por tasas de crecimiento poblacional decrecientes, así como por una mayor conciencia de evitar el exceso de consumo de azúcar, el cual está altamente relacionado con problemas de salud (sobrepeso, obesidad, diabetes) (OECD/FAO, 2018).

La HBA es un gran aliado para conocer las interacciones entre la producción interna, la demanda doméstica y la capacidad para satisfacer las necesidades a nivel global sin perjuicio de la soberanía alimentaria y el desarrollo socioeconómico (Jain, 2001; Maitah, Smutka, Pulkrabek, Benesova, & Belova, 2013).

Análisis exploratorio del desempeño del CCA

En 2017, el CCA estuvo en 15 entidades federativas y 262 municipios (Cuadro 1).

El CCA ocupó SC de 772 mil hectáreas de las cuales 40% tuvo acceso al riego y no se registró superficie siniestrada; con un QP de 56.9 Tg de caña de

azúcar, y con un VP de 38 412 millones de pesos. El RT fue de 84 Mg ha⁻¹, el PP fue de 690 pesos Mg⁻¹ y el IU se estimó en 55 732 pesos ha⁻¹. Mientras el QP fue similar para ambos regímenes de agua (riego y temporal), se observaron diferencias entre los promedios de las variables seleccionadas.

Evolución del desempeño del CCA

Entre 2003 y 2017, la SC dedicada al CCA mostró un incremento del 23% y se observó una tendencia positiva durante el periodo; el volumen de producción también se incrementó en 23% y mostró un comportamiento similar al aumento de la superficie (Figura 2).

Las variables asociadas a valores monetarios mostraron altibajos, pero fue muy particular entre 2009 y 2013, mostrando un comportamiento tipo "M" en las tres variables; posteriormente, hubo una caída y luego volvió a mostrar crecimiento. El valor de la producción aumentó 61%, y el precio promedio pagado al productor tuvo un crecimiento de 34%, el ingreso unitario en consecuencia también creció un 40%. En contraparte, el rendimiento solo subió cerca del 5% durante este periodo. A nivel estatal y municipal se observaron diferentes tendencias en cada una de estas seis variables.

Evaluación del impacto del CCA

La evaluación del desempeño del CCA se concentró en la estimación de la participación porcentual de la SC y el VP del CCA con respecto a la SC y el VP de los SPAP. En 2017, la superficie total de los cultivos perennes en México fue de 6.123 millones de hectáreas con un valor de producción de 259 mil millones de pesos.

Cuadro 1. Variables del cultivo de caña de azúcar en 2017 en México, según entidad, municipios y modalidad hídrica

ENTIDAD	MH	MP	SC ha	QP Tg	VP M\$	RT Mg ha ⁻¹	PP \$ Mg ⁻¹	IU \$ ha ⁻¹
Campeche	R	2	4,320	0.268	207.4	70.89	776.8	55,096
	T	1	10,326	0.476	368.1	46.06	773.8	35,644
Chiapas	R	4	16,988	1.651	1,095.4	97.52	666.5	65,078
	T	8	14,803	1.280	845.0	92.67	643.6	59,606
Colima	R	7	4,383	0.469	306.5	110.29	643.6	70,840
	T	4	7,221	0.607	386.2	84.00	635.7	53,398
Jalisco	R	35	78,880	7.004	4,884.7	88.35	719.0	63,707
	T	8	6,859	0.435	284.0	69.25	647.4	44,596
Michoacán	R	15	14,902	1.413	1,042.7	92.24	727.3	67,103
Morelos	T	20	16,918	2.037	1,669.5	119.91	866.6	89,207
Nayarit	R	9	8,058	0.877	688.5	110.42	771.8	84,333
	T	8	22,408	1.810	1,453.0	81.87	757.2	60,807
Oaxaca	R	12	7,526	0.627	476.7	80.77	755.1	57,039
	T	12	54,585	3.142	2,396.6	56.63	787.2	42,541
Puebla	R	18	14,705	1.745	1,168.5	114.54	637.9	67,297
	T	3	280	0.016	10.3	59.00	627.0	36,994
Quintana Roo	R	1	1,960	0.140	97.7	71.44	698.0	19,278
	T	2	27,557	1.308	913.2	51.65	698.0	35,811
San Luis Potosí	R	10	21,433	1.773	1,164.2	89.62	672.3	41,045
	T	7	51,249	2.863	1,790.2	56.52	669.6	28,037
Sinaloa	R	3	3,498	0.387	245.4	112.50	614.3	69,058
Tabasco	R	2	318	0.022	12.4	68.00	572.0	38,896
	T	8	38,307	2.432	1,277.3	61.68	540.7	33,234
Tamaulipas	R	7	32,349	2.031	1,421.4	71.12	740.8	39,721
	T	4	17,996	1.017	708.6	53.21	727.9	33,054
Veracruz	R	42	85,703	7.627	4,930.8	89.38	670.7	60,212
	T	84	208,392	13.489	8,561.8	70.84	643.3	45,086
Nacional		262	771,923	56.947	38,406.0	84.05	689.8	55,676

R: riego, T; temporal; MH: modalidad hídrica; MP: municipios (el valor nacional es el total de municipios); SC: superficie cosechada; QP: volumen de producción; VP: valor de la producción; RT: rendimiento promedio; PP: precio promedio pagado al productor; IU: ingreso unitario promedio; Tg: millones de toneladas; M\$: millones de pesos; ha: hectáreas.

En los 262 municipios con influencia del CCA, la superficie total de cultivos perennes fue estimada en 2.071 millones de hectáreas, con un valor de la producción de 106 mil millones de pesos, esto representó 33% y 40% de los valores nacionales respectivamente. Un total de 48 municipios en siete entidades dedican un poco más del 50% de la superficie de los SPAP al CCA, lo cual difiere con 155 municipios de 14 entidades que solo destinaron hasta un 25% de esta superficie al CCA (Figura 3). Lerdo de Tejada (Veracruz) es el municipio con la mayor cobertura del CCA con respecto a los SPAP (93%). Adicionalmente, 94 municipios de 13 entidades obtuvieron más de 50% del valor de producción mediante el CCA, incluso en 48 municipios, el CCA aportó más del 75%

del valor de los SPAP. Esto contrasta con 122 municipios, donde el CCA generó hasta 25% del valor de los SPAP. Amatitlán (Veracruz) es el municipio, donde el CCA aporta hasta 97% del valor de la producción de los SPAP.

Los resultados de la evaluación del desempeño de paisaje en este estudio son similares respecto a la obtención de valores estadísticos a nivel municipal y estatal con el propósito de comparar sitios, tecnología y entornos (Baez-Gonzalez et al., 2018; Maitah et al., 2013; Marin, Martha, Cassman, & Grassini, 2016). Este trabajo de investigación permite la visualización del desempeño del paisaje a escala municipal, con lo cual se ayuda al tomador de decisiones sobre qué áreas deben ser priorizadas

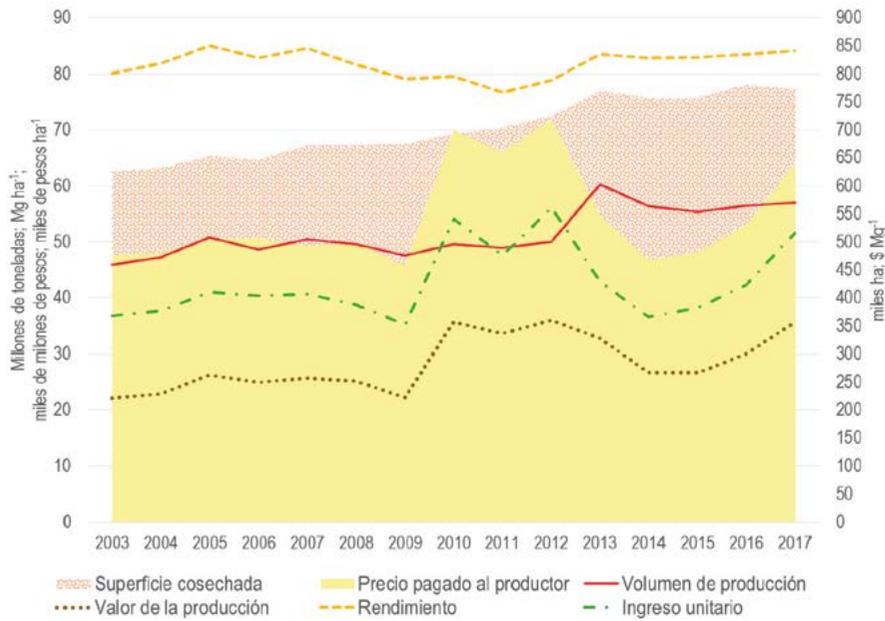


Figura 2. Evolución de las variables del cultivo de caña de azúcar entre 2003 y 2017: superficie cosechada (miles de ha), volumen de producción (millones de toneladas), valor de la producción (miles de millones de pesos), rendimiento (Mg ha⁻¹), precio pagado al productor (\$ Mg⁻¹), e ingreso unitario (miles de pesos ha⁻¹).

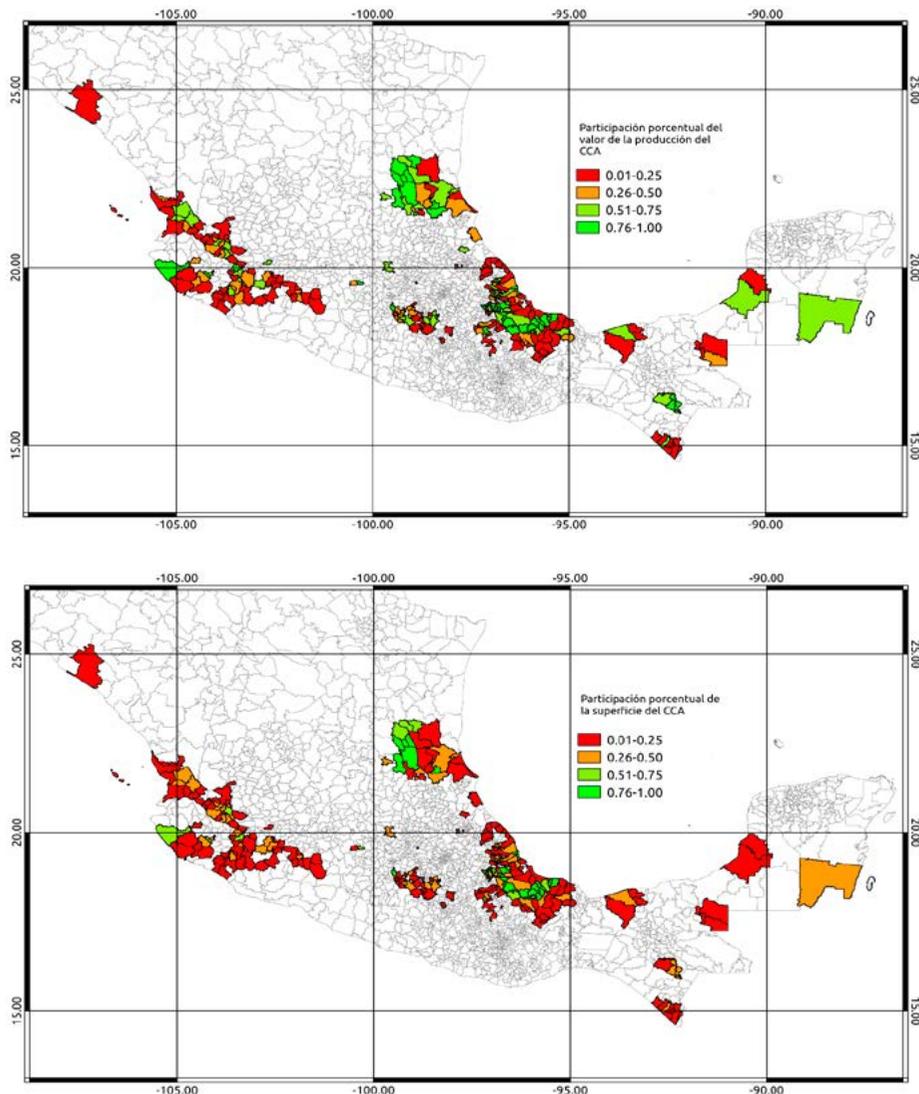


Figura 3. Participación porcentual del cultivo de la caña de azúcar con respecto a los SPAP a nivel municipal en 2017, según cuatro categorías de agrupación por superficie cosechada y valor de la producción.

en el diseño de programas o proyectos de inversión agrícola (van Oort et al., 2017; Zu et al., 2018).

CONCLUSIONES

A pesar de que el comercio internacional es un factor de cambio subyacente, pareciera que la respuesta en las decisiones del CCA para atender la demanda internacional fue ampliar la frontera productiva (mayor superficie), en lugar de incrementar los rendimientos. Los precios también influyeron en un mayor incremento de la producción. Así como México tiene autosuficiencia alimentaria en azúcar y es un exportador consolidado en la región de Norteamérica, alrededor de 94 municipios dependen fuertemente del cultivo de la caña de azúcar (CCA) de acuerdo con la estimación de la participación porcentual de la superficie y el valor de la producción. Esta identificación aporta información estratégica para el desarrollo de políticas públicas a favor de una producción rentable y compatible con el entorno. El enfoque de paisaje del desempeño permite resaltar no solo las limitaciones o fortalezas de un sistema productivo sino conocer la magnitud de su impacto a nivel municipal.

AGRADECIMIENTOS

Las tablas de datos utilizadas en este estudio exploratorio son parte del material didáctico del curso PAT-622 Optimización de Procesos Agroalimentarios en el Trópico del Programa de Doctorado Ciencias Agrícolas en el Trópico (PRODOCAT) y se reconoce ésta atenta aportación.

LITERATURA CITADA

- Baez-Gonzalez, A. D., Kiniry, J. R., Meki, M. N., Williams, J. R., Alvarez Silva, M., Ramos Gonzalez, J. L., & Magallanes Estala, A. (2018). Potential impact of future climate change on sugarcane under dryland conditions in Mexico. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 204 (5), 515-528. doi:10.1111/jac.12278.
- Bordonal, R. d. O., Nunes Carvalho, J. L., Lal, R., de Figueiredo, E. B., de Oliveira, B. G., & La Scala, N., Jr. (2018). Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 38 (2). doi:10.1007/s13593-018-0490-x.
- FAO. (2017). Guidelines for the compilation of Food Balance Sheets. Retrieved from Rome: <http://gsars.org/wp-content/uploads/2017/10/GS-FBS-Guidelines-ENG-completo-03.pdf>.
- FAO. (2018). Guidelines on defining rural areas and compiling indicators for development policy. Retrieved from Rome: <http://gsars.org/wp-content/uploads/2018/12/GS-GUIDELINES-RURAL-AREAS-EN-FINAL-2018.pdf>.
- FAO. (2019). Food Balance Sheets Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Retrieved 08.02.2019, from Food and Agricultural Organization <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>.

- Figueroa Rodríguez, K. A., García García, A. M. T., Mayett Moreno, Y., Hernández Rosas, F., & Figueroa Sandoval, B. (2015). Factores que explican el rendimiento de caña de azúcar a nivel municipal en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6 (6), 1345-1358.
- Hess, T. M., Sumberg, J., Biggs, T., Georgescu, M., Haro-Monteagudo, D., Jewitt, G. and Knox, J. W. (2016). A sweet deal? Sugarcane, water and agricultural transformation in Sub-Saharan Africa. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 39, 181-194. doi:10.1016/j.gloenvcha.2016.05.003.
- Jain, S. L. (2001). Indian sugar sector: On the path of reform. *International Sugar Journal*, 103 (1232), 339-+. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000170462700025.
- Maitah, M., Smutka, L., Pulkrabek, J., Benesova, I., & Belova, A. (2013). Sugar production and consumption in Egypt in 1995-2009. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 129 (9-10), 300-304. Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000326652400007.
- Marin, F. R., Martha, G. B., Jr., Cassman, K. G., & Grassini, P. (2016). Prospects for Increasing Sugarcane and Bioethanol Production on Existing Crop Area in Brazil. *BioScience*, 66 (4), 307-316. doi:10.1093/biosci/biw009.
- OECD/FAO. (2018). OECD-FAO Agricultural Outlook 2018-2027. Paris/Rome: OECD Publishing/FAO.
- SAGARPA. (2017). Norma Técnica para la Generación de Estadística Básica Agropecuaria y Pesquera. Retrieved from Mexico, D.F.: G:\2019.CT-PBCN_SugarCane-ExploratoryAnalysis\PLA_SugarCane-Reference-SIAP.
- Solomon, S. (2016). Sugarcane Production and Development of Sugar Industry in India. *Sugar Tech*, 18 (6), 588-602. doi:10.1007/s12355-016-0494-2.
- van Oort, P. A. J., Saito, K., Dieng, I., Grassini, P., Cassman, K. G., & van Ittersum, M. K. (2017). Can yield gap analysis be used to inform R&D prioritisation? *Global Food Security*, 12, 109-118. doi:10.1016/j.gfs.2016.09.005.
- Zu, Q., Mi, C., Liu, D. L., He, L., Kuang, Z., Fang, Q. and Yu, Q. (2018). Spatio-temporal distribution of sugarcane potential yields and yield gaps in Southern China. *European Journal of Agronomy*, 92, 72-83. doi:10.1016/j.eja.2017.10.005.

