



Competitividad de la producción de maíz grano en el estado de Campeche, México

Santillán Fernández, Alberto; Vargas Díaz, Arely Anayansi; Noguera Savelli, Eliana Josefina; Carmona Arellano, Mauricio Antonio; Vera López, Javier Enrique; Arreola Enríquez, Jesús
Competitividad de la producción de maíz grano en el estado de Campeche, México
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 29, núm. 2, julio-octubre 2022 | e162
Ciencias Naturales y Agropecuarias

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Santillán Fernández, A., Vargas Díaz, A. A., Noguera Savelli, E. J., Carmona Arellano, M. A., Vera López, J. E. y Arreola Enríquez, J. (2022). Competitividad de la producción de maíz grano en el estado de Campeche, México. *CIENCIA ergo-sum*, 29(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v29n2a10>

Competitividad de la producción de maíz grano en el estado de Campeche, México

Competitiveness of grain corn production in the state of Campeche, Mexico

Alberto Santillán Fernández

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

asantillanf@conacyt.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-9465-1979>

Recepción: 16 de octubre de 2020

Aprobación: 4 de marzo de 2021

Arely Anayansi Vargas Díaz

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

vargas.arely@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-8389-6524>

Eliana Josefina Noguera Savelli

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

noguera.eliana@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-8596-2393>

Mauricio Antonio Carmona Arellano

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

mcarmona@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-5120-3647>

Javier Enrique Vera López

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

jvera@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-8454-4288>

Jesús Arreola Enríquez

Colegio de Postgraduados Campus Campeche, México

jarreola@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-0569-2109>

RESUMEN

Con datos del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera se caracteriza la productividad de maíz grano en el ámbito municipal de Campeche, México, mediante estadística multivariada, análisis espacial de la producción y aplicación de una encuesta a productores para así determinar los factores que condicionan la competitividad del sector en el interior del estado. A medida que se pasa del norte al sur del estado, el autoconsumo y empleo de semillas criollas para la siembra aumenta, por lo que se reduce la competitividad (beneficio/costo): Hopelchén (1.80, norte del estado), Champotón (1.38, centro) y Candelaria (0.97, sur). De acuerdo con la encuesta, se concluye que aspectos de sanidad, desorganización de productores y falta de esquemas de comercialización limitan la productividad de maíz en el estado.

PALABRAS CLAVE: *Zea mays*, análisis de conglomerados, beneficio-costo, tipología de productores.

ABSTRACT

With data from Agri-Food and Fisheries Information System, the productivity of grain maize in the state of Campeche was characterized at the municipal level, through multivariate statistics, spatial analysis of production and the application of a survey to farmers, to determine the factors that condition the competitiveness of the sector within the state. It was found that as one moves from the north to the south of the state, self-consumption and use of native seeds for sowing increases; which reduces competitiveness (benefit/cost): Hopelchén (1.80, north of the state), Champotón (1.38, center) and Candelaria (0.97, south). According to the survey carried, it was concluded that aspects of agricultural health, disorganization of farmers and lack of commercialization schemes, limit the productivity of corn in the state.

KEYWORDS: *Zea mays*, cluster analysis, benefit-cost, typology of corn producers.

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan aproximadamente 7 millones de hectáreas de maíz grano con rendimientos promedios de 3.33 t ha^{-1} , lo que significa una producción de 23 millones de toneladas. Sin embargo, el consumo nacional de maíz grano es de alrededor de 39 millones de toneladas, por lo que el déficit se solventa con la importación del grano procedente de Estados Unidos de América (FAOSTAT, 2018). Este panorama parece difícil de revertir en el corto plazo debido a que el consumo per cápita pasó de 123 kg en 2000 a 196 kg en 2018 (SIAP, 2018a) con una población que anualmente se incrementa en un millón de personas con un total de 125 millones en 2018 (INEGI, 2018).

El problema de la baja productividad de maíz grano en México ha sido documentada por González y Alferes (2010), González y Ávila (2014) y Donnet *et al.* (2017). Estos autores coinciden en que el problema es de carácter espacial, temporal y cultural, ya que más del 80% de los productores, sobre todo en el sureste del país, cultivan maíz grano en parcelas de secano de menos de 2 ha, en el sistema ancestral milpa –asociación de maíz nativo con frijol (*Phaseolus vulgaris*) y calabaza (*Cucurbita spp.*) y con labores culturales (manejo del cultivo) rudimentarias de bajo costo.

Históricamente, el estado de Campeche aporta el 1.74% de la producción de maíz grano a nivel nacional, como resultado de la siembra del 2.55% de la superficie, con rendimientos promedios de 2.67 t ha^{-1} . Estos indicadores están por debajo del primer lugar, que es Sinaloa, donde en el 7.12% de la superficie sembrada se produce el 21.41% del total nacional, con rendimientos en campo superiores a 11 t ha^{-1} (SIAP, 2018b). Las diferencias de los rendimientos en campo se explican por el uso de semillas mejoradas y empleo de riego para el caso de Sinaloa, mientras que en Campeche la producción de maíz grano se da mayormente en secano y con semillas criollas seleccionadas de cosechas anteriores (Villegas Ortega *et al.*, 2018; Juárez y Pardo, 2020).

El análisis de la productividad de maíz grano en el estado de Campeche ha sido abordado por diversos autores entre los que destacan Tucuch Cauich *et al.* (2007), Pat Fernández *et al.* (2013), Pat Fernández *et al.* (2014), Uzcanga Pérez *et al.* (2015) y Medina *et al.* (2018). Estos estudios se enfocan en hacer comparaciones respecto al manejo agronómico del cultivo, y sus resultados muestran un comportamiento competitivo para determinadas regiones dentro del estado de Campeche, pero no analizan la productividad de maíz grano en el contexto del crecimiento de la producción a nivel municipal como un resultado de las variaciones en la superficie sembrada y rendimientos en campo.

Al respecto, Santillán Fernández *et al.* (2018) consideran que la productividad de un sistema agrícola puede cambiar positivamente al variar los rendimientos por hectárea y la superficie sembrada; aseguran que los efectos de estas variables no son explicaciones finales del crecimiento del sector, pero sí constituyen un eslabón en la búsqueda de las causas que condicionan la competitividad del cultivo. De acuerdo con Gómez (1994), el análisis de la producción agrícola ayuda a comprender la productividad de un cultivo al estudiar la interacción de la superficie sembrada, que representa las tareas de preparación del suelo y siembra, con los rendimientos en campo donde se manifiestan las técnicas de producción y las prácticas de manejo agronómico.

Bajo este contexto, el objetivo de este artículo es caracterizar a nivel municipal la productividad de maíz grano en el estado de Campeche mediante estadística multivariada, análisis espacial de la producción y la aplicación de una encuesta a productores para determinar los factores que condicionan la competitividad del sector al interior del estado.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio

En este estudio se consideró la productividad de maíz grano de 1980 a 2018, del estado de Campeche en el sureste de México conforme con las estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018b). La producción de maíz grano en el estado de Campeche posee la característica de desarrollarse en regiones de selva

media subperenifolia y selva alta perenifolia, con suelos arcillosos, precipitaciones de 600 a 4 000 mm, temperatura media anual de 18° a 27 °C y altitudes de 20 a 1 200 msnm (Ruiz Corral *et al.*, 2008).

1. 2. Productividad de maíz grano en el estado de Campeche

Del SIAP (2018b) se obtuvieron las variables: superficie sembrada (ha), superficie cosechada (ha), superficie siniestrada (ha), producción (t) y rendimiento en campo ($t\ ha^{-1}$) por estado y por municipio de 1980 a 2018. Para determinar cómo evoluciona la producción de maíz grano a nivel estatal se ajustaron modelos temporales de regresión lineal simple a las variables superficie sembrada, rendimiento en campo y producción de 1980 a 2018 (Gujarati, 2007). Las diferencias en productividad por municipio de 2007 a 2018 fueron visibles con un análisis de varianza múltiple (MANOVA) y pruebas de medias por Tukey con un nivel de confiabilidad del 95%.

1. 3. Productividad de maíz grano a nivel municipal

La productividad de maíz grano de 2007 a 2018 por municipio se analizó con el modelo de descomposición de factores del crecimiento de la producción propuesto por Gómez (1994). El modelo determina la influencia que tienen los rendimientos en campo (RC), la superficie sembrada (SS) y la interacción $RC \times SS$ en el crecimiento de la producción de un periodo base (2007-2012) respecto a un periodo final (2013-2018). Los municipios fueron clasificados de acuerdo con la tipología establecida por Santillán Fernández *et al.* (2014), donde se hacen diferentes combinaciones para conocer aquellos municipios en los que aumenta la producción y aquellos en los que disminuye.

1. 4. Caracterización municipal de la producción de maíz grano

Para determinar las regiones de mayor productividad de maíz grano en el estado de Campeche, se sumó la producción anual por municipio para el periodo 2007-2018. Los resultados se agruparon en cinco intervalos de clase: muy baja, baja, media, alta y muy alta producción, y se representaron espacialmente con ayuda del *software* ArcMap 10.3 (ESRI, 2015). Además, mediante un análisis de conglomerados se estableció una tipología de municipios, caracterizados por su producción de maíz grano de 2007 a 2018. Para ello se estandarizaron los promedios de las variables superficie sembrada, rendimientos en campo y producción. Con ayuda del *software* estadístico R (R-Studio, 2020), se calcularon las diferencias entre los elementos con el método de distancia euclidiana y el agrupamiento por el método de Ward.

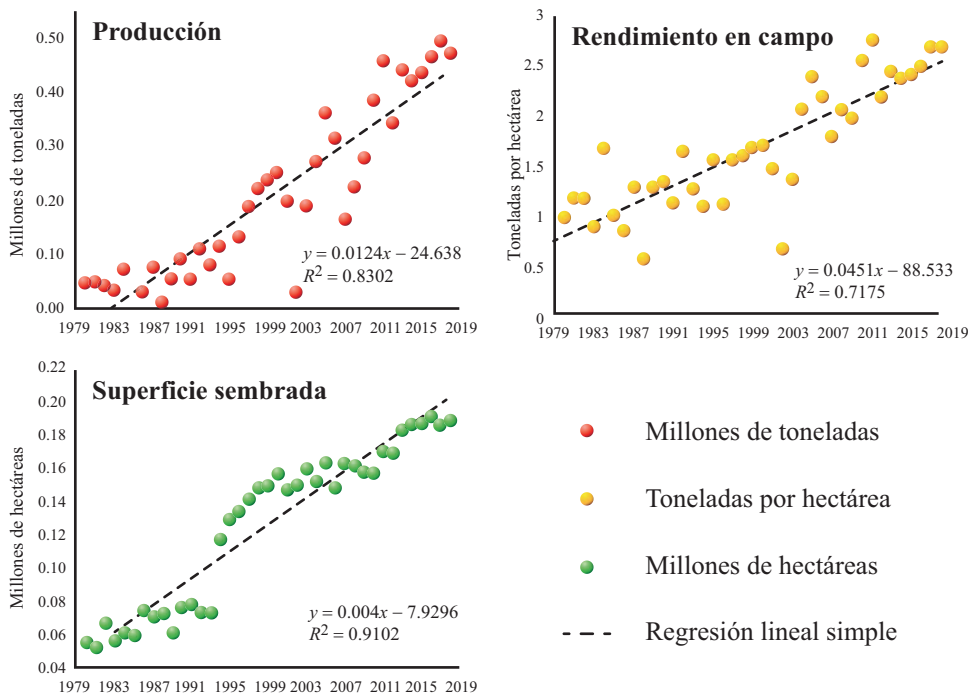
1. 5. Factores que condicionan la competitividad en la producción de maíz grano

Con base en la tipología de municipios, obtenida por el análisis de conglomerados, se seleccionaron aquellos que son característicos en cada uno de los grupos formados. Aunado a esto, mediante un muestreo dirigido, entre enero y marzo de 2020, se aplicaron encuestas a productores de maíz grano en los municipios elegidos. Los productores se escogieron en función de su disponibilidad y liderazgo en la región. La encuesta incluyó preguntas sobre destino de la producción (autoconsumo o venta), tipo de semilla empleada para la siembra (criolla o mejorada), costos de producción ($\$ ha^{-1}$), superficie sembrada (ha), rendimiento en campo ($t\ ha^{-1}$), precio de venta ($\$ t^{-1}$) y qué tanto el productor considera que su productividad se ve afectada por temas relacionados con preparación del suelo, siembra, nutrición, sanidad, manejo poscosecha, recursos naturales y capital social. Para facilitar la toma de datos, las preguntas se formularon con base en una escala de Likert (muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo) (Bozal, 2006). La información se capturó en una base de datos, se analizó con estadística descriptiva y se generó el costo-beneficio del productor.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2. 1. Productividad de maíz grano en el estado de Campeche

La producción de maíz grano en el estado de Campeche presentó un tendencia lineal creciente de 1980 a 2018 ($p\text{-value} < 0.0001$; $R^2 = 0.8302$) como resultado de un incremento en la superficie sembrada que pasó de poco más de 50 000 ha en 1980 a cerca de 190 000 en 2018 ($p\text{-value} < 0.0001$; $R^2 = 0.9102$), además de una mejora en los rendimientos de campo al pasar de menos de 1 t ha⁻¹ en 1980 a más de 2.6 t ha⁻¹ ($p\text{-value} < 0.0001$; $R^2 = 0.7175$) (gráfica 1). Pat Fernández *et al.* (2013) y Pat Fernández *et al.* (2014) encontraron que el incremento en la productividad de maíz grano en el estado de Campeche coincide con el asentamiento de grupos menonitas en los municipios del norte, que tienen sistemas de producción bajo riego y emplean fertilizantes, maquinaria agrícola y semillas mejoradas.



GRÁFICA 1

Evolución de la producción, rendimientos en campo y superficie sembrada de maíz grano en el estado de Campeche de 1980 a 2018

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2018b).

En el cuadro 1 se observa que el municipio de Hopolchén presentó los valores más altos respecto a los indicadores de productividad de maíz grano de 2007 a 2018; le siguieron en orden de importancia los municipios de Campeche y Hecelchakán. En los tres municipios destacan los rendimientos en campo superiores a 3 t ha⁻¹. Tucuch Cauich *et al.* (2007), Pat Fernández *et al.* (2013) y Pat Fernández *et al.* (2014) observaron que los altos rendimientos que presentan los municipios de Hopolchén (3.15 t ha⁻¹), Campeche (3.27 t ha⁻¹) y Hecelchakán (3.52 t ha⁻¹) están asociados con el destino final de la producción que se comercializa en mercados locales y regionales, por lo que el productor para incrementar su rentabilidad recurre al uso de riego, fertilización y variedades mejoradas.

En contraste, los municipios con la productividad de maíz grano más baja de 2007 a 2018 fueron Candelaria, Carmen, Escárcega y Palizada, en donde los rendimientos en campo no superaron 1 t ha^{-1} . Al respecto, Uzcanga *et al.* (2015) y Medina *et al.* (2018) encontraron que el cultivo de maíz grano en estos municipios se presenta como alternativa de forraje para la ganadería, que resulta ser la actividad económica más primordial en los municipios, en virtud de las condiciones agroclimáticas del territorio que favorecen su desarrollo. Díaz *et al.* (2014) encontró que para los ganaderos en el estado de Campeche, el cultivo de pastos es más importante que el de maíz grano, por los costos de producción más bajos que representan.

CUADRO 1
Indicadores de productividad de maíz grano de los municipios del estado de Campeche para el periodo 2007-2018

Municipio	Superficie (ha)			Producción (t)	Rendimiento (t ha^{-1})
	Sembrada	Cosechada	Siniestrada		
Calakmul	17 973.1 B	15 518 BC	2 455 AB	15 887 C	0.9808 D
Calkiní	6 714.3 E	6 402 DE	313 B	16 168 C	2.5225 B
Campeche	18 175.7 B	17 858 B	318 B	60 270 B	3.2700 AB
Candelaria	13 099.1 D	11 433 CD	1 667 AB	9 552 C	0.8667 D
Carmen	6 250.4 E	5 749 EF	502 B	4 777 C	0.8658 D
Chamotón	16 002.3 BCD	14 465 BC	1 537 AB	24 183 C	1.6542 C
Escárcega	17 195.2 BC	15 448 BC	1 747 AB	12 254 C	0.7950 D
Hecelchakán	14910.3 CD	14329 BC	581 B	51302 B	3.5250 A
Hopelchén	56850.6 A	51534 A	5317 A	166017 A	3.1517 AB
Palizada	681.3 F	566 F	115 B	564 C	1.1817 CD
Tenabo	6186.9 E	5767 EF	420 B	20738 C	3.4625 A

Nota: medias con la misma letra por columna no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0.05$)

2. 2. Productividad de maíz grano a nivel municipal

Por el modelo de descomposición de factores del crecimiento de la producción (Gómez, 1994), se encontró que en 2013-2018 la productividad de maíz grano en el estado de Campeche tuvo un crecimiento del 23% respecto a 2007-2012, como respuesta a un incremento del 11.3% de las superficies sembradas, y un aumento en la eficiencia de los rendimientos en campo del 10.2%. El 90.91% de los municipios en el estado (10 de 11) incrementaron su productividad. El 82.32% de la producción estatal se concentró en cinco municipios que contienen el 65.56% de la superficie sembrada con rendimientos superiores a las 2.5 t ha^{-1} (cuadro 2).

En el estado de Campeche dos factores explicaron el incremento en los rendimientos en campo: uso de semillas mejoradas de maíz (Villegas Ortega *et al.*, 2018) y el empleo de riego (Juárez y Pardo, 2020). De acuerdo con SIAP (2018b) estos dos factores también influyeron en el incremento en productividad de maíz grano de los principales estados productores en México de 2013 a 2018: Sinaloa (principal productor) empleo riego completo (cinco o más riegos por ciclo de producción, con una lámina de 60 mm) y Jalisco (segundo productor) y Estado de México (tercer productor) con riegos de auxilio en secano (de uno a tres riegos).

Sin embargo, el incremento en productividad que presentó el estado de Campeche en el periodo de análisis fue insuficiente para ser un referente nacional, ya que se ubicó en el lugar 15 de 32 con el 1.74% de la producción total y con rendimientos en campo de 2.67 t ha^{-1} , por debajo de Sinaloa (21.41% de la producción nacional con rendimientos en campo de 11.1 t ha^{-1}), Jalisco (14.16%, 6.62 t ha^{-1}) y Estado de México (7.34%, 4.41 t ha^{-1}) (SIAP, 2018b). De acuerdo con este panorama, el fortalecimiento del riego se presenta como una alternativa viable para incrementar la productividad estatal (Juárez y Pardo, 2020).

CUADRO 2
Productividad de maíz grano por municipio de 2013-2018 respecto a 2007-2012*

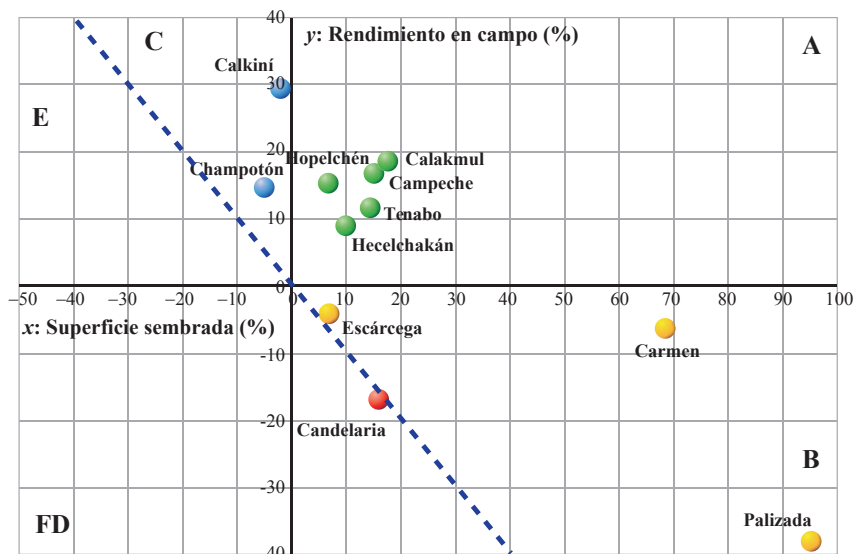
Producción	Superficie sembrada	Rendimiento en campo	Número de municipios	Participación (%)			Rendimiento en campo (t ha ⁻¹)
				Municipios	Superficie sembrada	Producción	
Aumenta	Aumenta	Aumenta	5	45.45	65.56	82.32	2.88
	Aumenta	Disminuye	3	27.27	13.86	4.61	0.95
	Disminuye	Aumenta	2	18.18	13.05	10.57	2.09
Disminuye	Aumenta	Disminuye	1	9.09	7.53	2.50	0.87
	Disminuye	Aumenta	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	Disminuye	Disminuye	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Total			11	100.00	100.00	100.00	2.03

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2018b).
Nota: *se obtuvo mediante el modelo de descomposición de factores del crecimiento de la producción.

En la gráfica 2 se presenta una tipología a partir de los ejes de crecimiento en superficie sembrada y rendimientos en campo, incluye además una diagonal que ubica por encima a los municipios que tuvieron crecimiento en la producción y por debajo a los que presentaron una reducción para el periodo 2013-2018 respecto a 2007-2012. Se encontró que diez de los once municipios tuvieron un crecimiento, sólo el caso de Candelaria presentó un decrecimiento como consecuencia de una reducción en sus rendimientos de campo.

Para el caso de los municipios tipo A y C que presentaron aumento en sus rendimientos de campo, se ubican espacialmente en el centro-norte del estado. Por el contrario los municipios con descensos en sus rendimientos de campo (tipo B y D) se encuentran al sur del estado. Donnet *et al.* (2017) y Odjo *et al.* (2020) consideran que el crecimiento en la productividad de maíz grano de los municipios del centro-norte del estado, se explica por la inclusión de programas federales como MasAgro (Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional), que ha sido más intensivo en el centro-norte y en el sur del estado prácticamente no tiene presencia.

De acuerdo con Odjo *et al.* (2020) la estrategia de MasAgro en el estado de Campeche ha sido trabajar con pequeños y medianos productores para intensificar sustentablemente la producción de maíz mediante redes de innovación compuestas por plataformas de investigación, módulos demostrativos y áreas de extensión, donde se evalúan tecnologías y prácticas agronómicas sostenibles que promueven el uso de semillas mejoradas y fertilización.



GRÁFICA 2

Tipología de municipios a partir de los ejes de crecimiento en superficie sembrada y rendimientos en campo

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2018b).

2. 3. Caracterización municipal de la producción de maíz grano

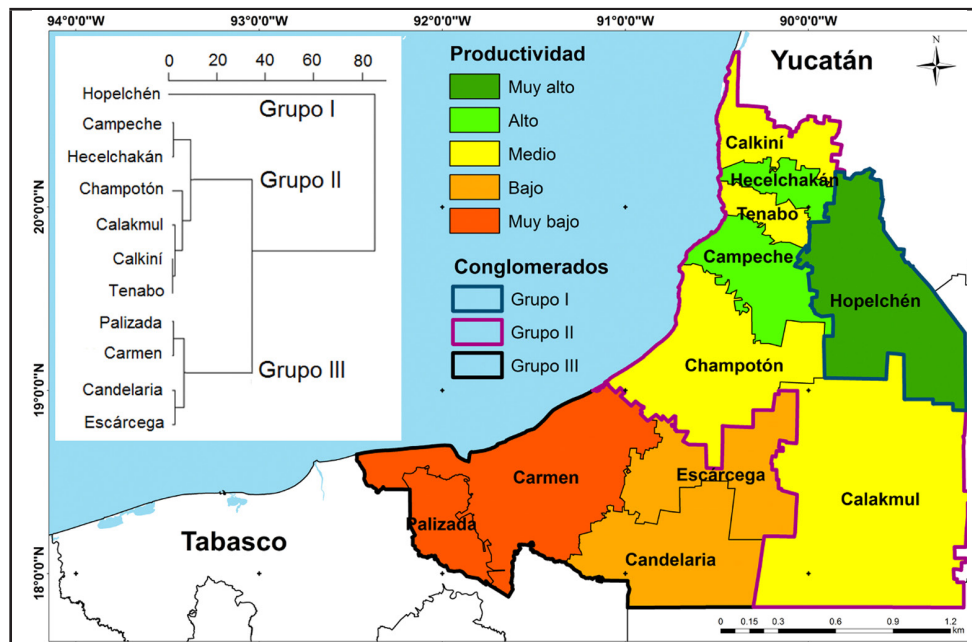
La mayor productividad de maíz grano en el estado de Campeche de 2007 a 2018 se presentó en el municipio de Hopelchén (mapa 1). De acuerdo con Uzcanga Pérez *et al.* (2015) por su alta productividad agrícola en granos y cereales, a Hopelchén se le denomina el *granero del estado de Campeche*. En el mapa 1 se observa que al asociar espacialmente la productividad de maíz grano con el análisis jerárquico por conglomerados, se diferenciaron tres grupos, donde los municipios al interior de un grupo son similares respecto a su producción de maíz grano, pero diferentes con los de los otros dos grupos.

La técnica del análisis jerárquico por conglomerados también permite definir grados de diferencia entre los grupos, de tal forma que la diferencia entre el Grupo I y Grupo II es menor que la diferencia entre el Grupo I y Grupo III (Pardo y Del Campo, 2007). La diferenciación de los 3 grupos y su representación espacial permitió establecer que la mayor productividad de maíz grano en el estado de Campeche se concentra en la región norte (Grupo I) y centro-norte (Grupo II). La productividad más baja se localiza en el sur del estado (Grupo III).

De acuerdo con estadísticas de SIAP (2018b), el Grupo I formado por el municipio de Hopelchén aporta el 43.49% de la producción estatal de maíz grano, el Grupo II el 49.04% como resultado de la suma de la productividad de los municipios de Campeche (15.79%), Hecelchakán (13.44%), Champotón (6.34%), Calakmul (4.16%), Calkiní (4.24%) y Tenabo (5.43%). El restante 7.11% lo aporta el Grupo III que se encuentra conformado por Candelaria (2.50%), Escárcega (3.21%), Carmen (1.25%) y Palizada (0.15%).

La relevancia del norte del estado de Campeche como la región de mayor productividad de maíz grano ha sido documentada por Tucuch Cauich *et al.* (2007), Pat Fernández *et al.* (2013), Pat Fernández *et al.* (2014), Uzcanga *et al.* (2015) y Medina *et al.* (2018). No obstante, a diferencia de estos trabajos, nuestro artículo logra diferenciar tres grupos de municipios (tipología) que comparten, además de un territorio continuo, características similares respecto a su productividad de maíz grano.

La productividad en el estado se incrementa a medida que se avanza del sur al norte. De acuerdo con García *et al.* (2016) en la productividad de maíz en México el factor ambiental es determinante, pero lo son más las actividades económicas que se desarrollan en el territorio porque condicionan el consumo. El sur del estado de Campeche históricamente ha desarrollado actividades pecuarias y el centro-norte agrícolas (Uzcanga Pérez *et al.*, 2015).



MAPA 1

Representación espacial de la tipología en la productividad de maíz grano a nivel municipal en el estado de Campeche de 2007 a 2018.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP (2018b).

2. 4. Factores que condicionan la competitividad en la producción de maíz grano

Para caracterizar la competitividad en la productividad de maíz grano, se eligió un municipio por cada grupo formado en el análisis jerárquico por conglomerados, y se aplicaron encuestas a productores de maíz. Para el caso del Grupo I se seleccionó Hopelchén (37 encuestas), para el Grupo II Champotón (45 encuestas) y para el Grupo III Candelaria (42 encuestas). En el cuadro 3 se muestran indicadores de competitividad entre los municipios seleccionados. Destaca que la mayor relación beneficio-costo se obtuvo para Hopelchén (1.80) con los costos de producción (6 500 \$ ha⁻¹), rendimientos de campo (3.25 t ha⁻¹) y superficie sembrada (9.18 ha) más altos.

La competitividad de Hopelchén se asocia con el uso de variedades mejoradas para la siembra (90%) y con el hecho de que un 80% de la producción se comercializa en un mercado regional y nacional. Este aspecto ha sido documentado por Tucuch Cauich *et al.* (2007), Pat Fernández *et al.* (2013) y Pat Fernández *et al.* (2014), quienes coinciden en que el carácter industrial con el que se produce en Hopelchén ha incentivado a los productores a mejorar sus ventajas comparativas con el resto de productores en el estado con el objetivo de que se incremente su rentabilidad. Además, en nuestro caso, se encontró que a medida que se pasa del norte al sur del estado es más frecuente que el destino de la producción sea el autoconsumo, se utilicen semillas criollas para la siembra, y la competitividad disminuya: Hopelchén (1.80, norte del estado), Champotón (1.38, centro) y Candelaria (0.97, sur) (cuadro 3).

En el cuadro 3 se observan los indicadores de productividad de maíz grano de un grupo de transición de productores (Grupo II) con un nivel de competitividad intermedio (1.38) que coincide con la región centro-norte del estado. La mayor diferencia en competitividad se presentó entre el norte del estado (Grupo I: Hopelchén) y sur (Grupo III: Candelaria). De acuerdo con Aguilar *et al.* (2015), este aspecto es significativo porque si se requiere incrementar la competitividad en el estado, se debe trabajar primero con los grupos de transición y después con los grupos de menor competitividad y no intentar homogeneizar la competitividad al mismo tiempo, que es lo que ha hecho que las políticas públicas agrícolas en el estado de Campeche no hayan tenido los resultados esperados (Pat Fernández *et al.*, 2011).

CUADRO 3

Indicadores de productividad y competitividad para los municipios seleccionados por grupo conforme el análisis jerárquico por conglomerados

Factor	Variable	Estratos (Grupos)		
		I Hopelchén	II Champotón	III Candelaria
Destino de la Producción	Autoconsumo (%)	20	60	90
	Venta (%)	80	40	10
Semilla de siembra	Criolla (%)	10	70	85
	Variedades mejoradas (%)	90	30	15
Competitividad	Costo de producción (\$ ha ⁻¹)*	6 500	4 500	3 800
	Precio de venta (\$ t ⁻¹)**	3 600	3 600	3 600
	Rendimiento campo (t ha ⁻¹)	3.25	1.72	1.02
	Superficie sembrada (ha)	9.18	3.88	3.03
	Beneficio/costo	1.80	1.38	0.97

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos por encuestas a productores.

Nota: *incluye la preparación del terreno (rastras), siembra, compra de semilla, fertilizantes, herbicidas y plaguicidas y cosecha (trilladora) para el año agrícola 2019. **Dato obtenido de FIRA (2019) para el estado de Campeche.

Para concluir, en cada municipio seleccionado se relacionaron factores ambientales, de manejo agronómico del cultivo y sociales que los productores consideran inciden en su productividad. En el cuadro 4 se observa que la fisiografía de las parcelas no representa un problema para los productores. Sin embargo, el tipo de suelo y el acceso a las parcelas lo perciben como una limitante de la productividad de alto a muy alto en Champotón (competitividad media) y Candelaria (competitividad baja). Este aspecto coincide con lo reportado por Tucuch Cauich *et al.* (2007), quienes encontraron que las mejores tierras agrícolas se localizan al norte del estado de Campeche y las mejores tierras para agostadero se encuentran al sur (Díaz *et al.*, 2014).

Respecto a los factores relacionados con el tipo de semilla empleada para la siembra y nutrición se encontró que los productores de Hopelchén (competitividad alta) perciben que éstos afectan su productividad de medio a muy bajo, a diferencia de Champotón y Candelaria donde se consideran de alto a muy alto. De acuerdo con Pat Fernández *et al.* (2013) y Pat Fernández *et al.* (2014) en Hopelchén el uso de variedades mejoradas y fertiirrigación forman parte de la cultura en el manejo agronómico del cultivo, por lo que los productores no lo perciben como un problema, aunque para el centro-sur sí es un problema porque el productor considera que invertir en variedades mejoradas, riego y fertilización reduce sus utilidades al incrementar sus costos de producción (Tucuch Cauich *et al.*, 2007; Medina *et al.*, 2018).

La percepción de los productores en los tres municipios analizados respecto al manejo de malezas, plagas y enfermedades coincidió. En los tres casos las malezas y plagas se perciben como factores que limitan la productividad de alto a muy alto, a diferencia de las enfermedades que se perciben de medio a muy bajo. Tucuch Cauich *et al.* (2007), Uzcanga *et al.* (2015) y Rendón y Dzul (2017) encontraron que en el estado de Campeche los principales problemas en la producción de maíz grano están asociados con las malezas y plagas; las enfermedades son de muy baja incidencia. Medina *et al.* (2018) considera que los efectos negativos de algunas plagas como la chicharrita (*Dalbulus maidis*) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) pueden reducirse con el empleo de variedades mejoradas y fertilización.

El manejo postcosecha en los tres municipios estudiados resultó con una incidencia en la productividad de medio a muy bajo. Este resultado contrasta con lo encontrado por Tucuch Cauich *et al.* (2007), quienes estimaron pérdidas entre el 40 y 60% de la producción por un manejo inadecuado de almacenamiento ante las altas temperaturas que se registran en el estado de Campeche. Sin embargo, Donnet *et al.* (2017) y Odjo *et al.* (2020) consideran que los programas de fortalecimiento al campo donde se capacita y apoya con infraestructura a los productores en temas relacionados con la poscosecha han logrado reducir las mermas.

Los tres municipios también coinciden en que la pérdida de diversidad, inestabilidad de las lluvias, sequías frecuentes e incremento en las temperaturas, reducen la productividad de maíz grano en el estado de Campeche al elevar los costos de producción. En este contexto, Juárez y Pardo (2020) consideran que el fortalecimiento de la infraestructura hidroagrícola ayuda a mitigar los impactos del clima sobre la productividad de maíz grano y en el mediano plazo mejora la competitividad del sector al incrementar los rendimientos de campo.

Finalmente, aspectos sobre organización de productores, acceso a créditos y subsidios, falta de capacitación en producción, comercialización y asesoría técnica fueron percibidos como limitantes de la productividad de alto a muy alto en Hopelchén y Champotón y de medio a muy bajo en Candelaria. De acuerdo con Uzcanga Pérez *et al.* (2015), esto se explica porque en el sur del estado la producción de maíz es una actividad económica secundaria.

En el caso de la asesoría y capacitación técnica, Monge y Hartwich (2008) encontraron que la interacción y confianza que se genera entre los productores y los capacitadores ayuda a incrementar la competitividad de un sistema de producción, siempre y cuando el productor pase por el proceso de reconocer (aceptar que necesita capacitación especializada), conocer (lo que el capacitador hace), colaborar (prestar ayuda esporádica al capacitador, es determinante que la ayuda sea recíproca), cooperar (compartir actividades y recursos con el capacitador: solidaridad) y asociarse (compartir objetivos y proyectos con el capacitador: confianza) (Rovere, 1999).

CUADRO 4
Percepción cualitativa de los productores respecto a los principales factores que limitan la productividad de maíz grano en el estado de Campeche

Componente	Factor	Grado de afectación (%)														
		Hopelchén (n = 37)					Chamotón (n = 45)					Candelaria (n = 42)				
		MB	B	M	A	MA	MB	B	M	A	MA	MB	B	M	A	MA
Suelo	Tipo de suelo	54	23	23	0	0	6	6	50	22	16	14	0	50	15	21
	Fisiografía de las parcelas	30	53	17	0	0	33	11	28	11	17	10	40	40	10	0
	Acceso a las parcelas	20	34	30	3	13	33	6	16	6	39	9	9	36	9	37
Semilla	Calidad de la semilla	57	30	13	0	0	9	0	47	22	22	7	13	13	13	54
	Cantidad de semilla	57	30	13	0	0	5	6	33	39	17	0	17	8	33	42
	Tipo de semilla	57	30	13	0	0	5	6	33	28	28	0	17	17	33	33
	Origen de la semilla	64	20	13	0	3	5	6	38	13	38	9	9	9	45	28
Nutrición	Dosis	7	20	70	3	0	5	5	42	24	24	0	0	8	84	8
	Tipos de fertilización	20	17	60	3	0	29	5	18	24	24	9	9	37	45	0
Sanidad	Tipo de hierbas	0	10	26	47	17	0	14	18	18	50	23	0	23	23	31
	Frecuencia de hierbas	0	3	23	47	27	11	5	17	28	39	0	10	30	40	20
	Tipo de plagas	0	0	20	43	37	5	0	23	29	43	15	0	23	46	16
	Frecuencia de plagas	0	3	20	33	44	6	6	19	19	50	0	0	40	20	40
	Tipo de enfermedades	0	23	23	34	20	6	12	29	41	12	45	0	33	11	11
	Frecuencia enfermedades	0	27	23	30	20	7	7	40	33	13	45	0	33	11	11
Poscosecha	Pérdida de producto en almacén	3	17	57	10	13	25	13	50	12	0	28	27	18	9	18
Recursos Naturales	Sequías	0	0	3	7	90	0	0	7	40	53	0	0	13	0	87
	Inestabilidad en las lluvias	0	0	0	13	87	0	5	27	23	45	7	14	14	7	58
	Incremento de temperaturas	0	0	3	20	77	0	5	5	45	45	17	8	25	0	50
	Pérdida de diversidad	0	0	6	27	67	0	20	40	20	20	0	0	0	29	71
Capital social	Desorganización de los productores	0	0	6	17	77	5	5	16	42	32	37	13	50	0	0
	Acceso a créditos	0	3	30	7	60	28	6	11	33	22	63	25	12	0	0
	Acceso a subsidios	0	0	10	13	77	13	10	24	24	29	63	13	12	12	0
	Falta de paquetes para la producción	0	0	13	10	77	23	6	12	12	47	63	0	25	0	12
	Falta de esquemas de comercialización	0	0	3	0	97	10	5	10	15	60	43	29	28	0	0
	Falta de asesoría técnica	0	0	0	3	97	12	6	13	31	38	29	28	29	0	14

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos por encuestas a productores.

Nota: se marcan en color naranja los porcentajes más alto por categoría. MB = Muy Bajo, B = Bajo, M = Medio, A = Alto, MA = Muy Alto.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

El análisis de la productividad de maíz es un tema relevante en el contexto de seguridad alimentaria y cambio climático, más aún cuando México es centro de origen del cereal y presenta un déficit de más de 11 millones de toneladas en la relación producción-consumo, la cual solventa con la importación del grano del mercado de Estados Unidos. Por esta razón, focalizar la política pública en la mejora de la competitividad de la producción de maíz grano implicaría escalar gradualmente a la autosuficiencia. Para ello se debe considerar la protección de los agricultores a pequeña escala mediante subsidios, asesoría técnica y programas de desarrollo rural al ser la baja productividad un problema multidimensional de carácter espacial, temporal y cultural. Respecto a la inves-

tigación se propone que, si se requiere incrementar la productividad en el estado de Campeche, se debe trabajar primero con los grupos de transición y después con los de menor productividad, y no intentar homogeneizar la productividad al mismo tiempo. En dicho proceso, las fases de *a*) reconocer, *b*) conocer, *c*) colaborar, *d*) cooperar y *e*) asociarse pueden ayudar a que los productores adopten nuevos esquemas de producción en aras de mejorar la competitividad estatal.

CONCLUSIONES

La tipología de municipios productores de maíz grano en el estado de Campeche definió tres grupos ubicados espacialmente al norte (Hopelchén), centro-norte (Campeche, Hecelchakán, Champotón, Calakmul, Calkiní y Tenabo) y sur (Candelaria, Escárcega, Carmen y Palizada). A medida que se pasa del norte al sur del estado, es más frecuente que el destino de la producción sea el autoconsumo, se utilicen semillas criollas para la siembra, y la competitividad disminuya: Hopelchén (1.80, norte), Champotón (1.38, centro) y Candelaria (0.97, sur). Los productores encuestados consideraron que los aspectos relacionados con sanidad, desorganización de productores y falta de esquemas de comercialización y asesoría técnica limitan la productividad de maíz grano en Campeche. El fortalecimiento de estos factores puede contribuir a la mejora de la competitividad del sector al interior del estado. Para conseguirlo, se propone que primero se atiendan a los municipios de transición, ubicados espacialmente en el centro-norte, y después se emigre a los municipios del sur.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la Cátedra-Conacyt 364 titulada *Reconversión productiva sustentable para el desarrollo de los productores rurales de Campeche*. Se agradece a las autoridades del Colegio de Postgraduados Campus Campeche por las facilidades brindadas en el levantamiento de información en campo, en el marco del Programa de Desarrollo Territorial (PRODETER) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Asimismo, a los revisores anónimos que ayudaron a enriquecer este artículo.

REFERENCIAS

- Aguilar, G. N., Muñoz, R. M., Santoyo, C. H., Aguilar, A. J., & Klerkx, L. (2015). Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico. *Agricultural Systems*, 135(1), 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.01.003>
- Bozal, M. G. (2006). Escala mixta Likert-Thurstone. *ANDULI. Revista Andaluza de Ciencias Sociales*, 5, 81-95.
- Díaz, C. A., Sardiñas, L. Y., Castillo, C. E., Padilla, C. C., Jordán, V. H., Martínez, Z. R. O., Ruíz, V. T. E., Díaz, S. M. F., Moo, C. A. F., Gómez, C. O., Alpide, T. D., Arjona, R. M. R., y Ortega, G. G. (2014). Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(2), 41-61. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83731110004>
- Donnet, M. L., López, B. I. D., Black, J. R., and Hellin, J. (2017). Productivity differences and food security: A metafrontier analysis of rain-fed maize farmers in MasAgro in Mexico. *AIMS Agriculture and food*, 2(2), 129-148. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2017.2.129>
- ESRI (Environmental Systems Research Institute. ArcGIS Versión 10.3). (2015). *Software de procesamiento digital de imágenes satelitales*. Redlands. Retrieved from <http://www.esri.com/software/arcgis/arcgis-for-desktop>

- FAOSTAT (The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). (2018). Retrieved from <http://www.fao.org/faostat/es/#data>.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2019). Agrocostos: cultivo de maíz en el estado de Campeche. Disponible en <https://www.fira.gob.mx/agrocostosApp/AgroApp.jsp>.
- García, S. J. A., Skaggs, R. K. y Borja, B. M. (2016). Identificación de las regiones productoras de maíz más competitivas en México en base a la logística y al consumo. *Interciencia*, 41(6), 376-381. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33945816002>
- Gómez, L. (1994). *La política agrícola en el nuevo estilo de desarrollo latinoamericano*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Santiago.
- González, E. A. y Alferes, V. M. (2010). Competitividad y ventajas comparativas de la producción de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(3), 381-396.
- González, M. A. y Ávila, C. J. F. (2014). El maíz en Estados Unidos y en México: hegemonía en la producción de un cultivo. *Argumentos*, 27(75), 215-237. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=595/59533233010>
- Gujarati, D. N. (2007). *Econometría* (cuarta edición). McGraw Hill.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018). Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) 2018. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/>.
- Juárez, H. S., & Pardo, C. S. (2020). Assessing the potential of alternative farming practices for sustainable energy and water use and GHG mitigation in conventional maize systems. *Environment, Development and Sustainability*, 1-31. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00559-2>
- Medina, M. J., Alejo, S. G., Soto, R. J. M. y Hernández, P. M. (2018). Rendimiento de maíz grano con y sin fertilización en el estado de Campeche. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9, 4306-4316. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i21.1532>
- Monge, P. M. y Hartwich, F. (2008). Análisis de redes sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1-31.
- Odjo, S., Burgueño, J., Rivers, A., & Verhulst, N. (2020). Hermetic storage technologies reduce maize pest damage in smallholder farming systems in Mexico. *Journal of Stored Products Research*, 88, 101664. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2020.101664>
- Pardo, C. E. y Del Campo, P. C. (2007). Combinación de métodos factoriales y de análisis de conglomerados en R: el paquete *FactoClass*. *Revista Colombiana de Estadística*, 30(2), 231-245.
- Pat Fernández, V. G., Caamal Cauich, I., Ávila Dorantes, J. A. y Hernández Soto, J. A. (2013). Análisis de la competitividad del maíz en la región de los campos menonitas de Hecelchakán, Campeche. *Textual*, 61, 53-66.
- Pat Fernández, V. G., Caamal, Cauich, I., Ávila, Dorantes, J. A. y Hernández Soto, J. A. (2014). Factores que determinan las variaciones en la producción de maíz en la región de los campos menonitas, del estado de Campeche. *Textual*, 64, 53-66.
- Pat Fernández, L. A., Nahed, T. J., Parra, V. M. R., García, B. L., Nazar, B. A. y Bello, B. E. (2011). Influencia de las estrategias de ingresos y las políticas públicas sobre la seguridad alimentaria en comunidades rurales mayas del norte de Campeche, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 77-89. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93915703006>
- Rendón, V. O. J., & Dzul, C. R. (2017). Glyphosate residues in groundwater, drinking water and urine of subsistence farmers from intensive agriculture localities: A survey in Hopelchén, Campeche, Mexico. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(6), 595. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060595>

- Rovere, M. (1999). *Redes en salud: un nuevo paradigma para el abordaje de las organizaciones y la comunidad*. Rosario: Secretaría de Salud Pública/AMR, Instituto Lazarte.
- R-Studio (The R Project for Statistical Computing). (2020). Retrieved from <https://www.r-project.org/>
- Ruiz Corral, J. A., Durán Puga, N., Sánchez González, J. J., Rón Parra, J., González Eguiarte, D. R., Holland, J. B., & Medina García, G. (2008). Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 mexican maize races. *Crop Science*, 48, 1502-1512. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.09.0518>
- Santillán Fernández, A., Salas Zúñiga, A. y Vásquez Bautista, N. (2018). La productividad de la vainilla (*Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews) en México de 2003 a 2014. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 50-69. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.165>
- Santillán Fernández, A., Santoyo Cortés, V. H., García Chávez, L. R. y Covarrubias Gutiérrez, I. (2014). Dinámica de la producción cañera en México: Periodo 2000 a 2011. *Agro Productividad*, 7(6), 23-29.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2018a). *Atlas agroalimentario 2012-2018*. Disponible en https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2018b). *Cierre de la producción agrícola*. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.
- Tucuch Cauich, F. M., Ku Naal, R., Estrada Vivas, J. D. y Palacios, P. A. (2007). Caracterización de la producción de maíz en la zona centro-norte del estado de Campeche, México. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 263-270. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43718212>
- Uzcanga Pérez, N. G., Cano González, A. J., Medina Méndez, J. y Espinoza Arellano, J. J. (2015). Caracterización de los productores de maíz de temporal en el estado de Campeche, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 1295-1305. Disponible en <https://ageconsearch.umn.edu/record/200172>
- Villegas Ortega, M. N., Villarreal Zizumbo, L., Salvatierra Monterroso, N. y Hernández Lara, O. G. (2018). Leyes de semillas y maíz transgénico. Análisis desde la co-producción entre ciencia y regímenes económico-políticos en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(3), 413-442

CC BY-NC-ND