

Factores determinantes en la producción de semillas de maíz, perspectiva de las empresas semilleras del Occidente de México

Determining factors in maize seed production, perspective of seed companies from Western Mexico

Santiago Ruiz-Ramírez¹ , Edgardo Bautista-Ramírez^{1*} , José Luis Ramírez-Díaz¹ , Yolanda Salinas-Moreno¹ , Ivone Alemán-De la Torre¹ , Moisés Alberto Cortés-Cruz^{2†} , Alejandro Ledesma-Miramontes¹ 

¹Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Av. Biodiversidad No. 2470, 47600, Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México.

²Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Interior Parque Los Colomos S/N, Colonia Providencia, 44660, Guadalajara, Jalisco, México.

*Autor para correspondencia: bautista.edgardo@inifap.gob.mx

Fecha de recepción:

13 de marzo de 2021

Fecha de aceptación:

25 de mayo de 2021

Disponible en línea:

24 de junio de 2022

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

RESUMEN

Las semillas de variedades mejoradas son esenciales para aumentar el rendimiento de maíz, y, para obtenerlas y distribuir las, el intercambio de información entre las instituciones públicas y privadas es clave. El objetivo de este estudio fue identificar los factores críticos en la producción de semillas de maíz, a través de la perspectiva de las empresas productoras de semilla, para mejorar y contribuir a su fortalecimiento. En 2019, 31 empresas de semillas fueron entrevistadas para obtener información referente a las generalidades de la corporación, actividades económicas, áreas de oportunidad, amenazas latentes y su opinión acerca de los maíces nativos. El aporte de material genético, tecnología y asesoramiento de las instituciones públicas son clave para el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas de semillas. Amenazas como el cambio climático, el abandono del campo mexicano y un mercado cambiante pueden ser atendidas si todos los actores trabajan en forma conjunta.

PALABRAS CLAVE

Rendimiento de maíz, fortalecimiento, áreas de oportunidad y amenazas.

ABSTRACT

The seeds of improved varieties are essential for increasing maize yield. To obtain and distribute these varieties, the exchange of information between public and private institutions is crucial. The objective of this study was to identify the critical factors involved in maize seed production, from the seed companies' perspective, to improve and contribute to their own growth and strengthening. In 2019, 31 seed companies were interviewed to obtain information regarding their general characteristics, economic activities, areas of opportunity, possible threats, and their opinion about the use of maize landraces. The contribution of germplasm, technology, and the collaboration with public institutions are all fundamental to the growth and strengthening of micro, small, and medium-sized seed enterprises. Threats such as climate change, Mexican farmers' lack of interest in agriculture, and a volatile market can be addressed if all the different areas involved in improved seed production work together.

KEYWORDS

Maize yield, strengthening, opportunity areas and threats.

INTRODUCCIÓN

En México, existe un déficit de más de 90 mil toneladas anuales de semilla mejorada de maíz principalmente en los estados de Chiapas, Puebla, Oaxaca, Veracruz y Estado de México (García-Salazar y Ramírez-Jaspeado 2014). Dicho lo anterior, ¿qué se debe hacer para que las pequeñas y medianas empresas cubran ese déficit? Luna et al. (2012) sugieren que una alternativa es promover y asesorar la participación de las pequeñas y medianas empresas productoras de semillas y con ello aumentar su participación, la cual, en 2010, fue de 62,549 toneladas (9.1%) (García-Salazar y Ramírez-Jaspeado 2014). Sin embargo, al tratarse de maíz en México, el problema de aumentar el uso de las semillas mejoradas es más complejo, ya que su adopción por parte de los productores sigue siendo baja (Sánchez-Toledano et al. 2017).

Las semillas de variedades mejoradas son esenciales para el aumento del rendimiento del maíz (Copeland y McDonald 2001); para obtenerlas y distribuir las, las instituciones públicas de investigación agrícola y las empresas de semilla son elementos clave. En México, las instituciones públicas registraron 12.6 por ciento de las 1,574 variedades de maíz inscritas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del primer trimestre de 2018 (SNICS 2018). Aumentar el número de variedades liberadas por las instituciones públicas dará a las micro, pequeñas y medianas empresas de semillas una herramienta más para incrementar su competitividad. Para lograrlo, es necesario reforzar las instituciones y la retroalimentación con las necesidades de las empresas productoras de semilla.

A partir de 1991, la participación de las empresas privadas de semillas en México aumentó gracias al impulso de la ley de semillas y el uso de las variedades liberadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Espinosa et al. 2003). Después de 25 años de apertura, el sector semillero es más grande y competitivo; no obstante, la creciente inversión privada en el sector plantea desafíos para las instituciones públicas y las empresas pequeñas que tienen menor alcance en tecnologías modernas y mercados competitivos (Donnet et al. 2020). Ante esta realidad, los actores (instituciones públicas y privadas) deben reinterpretar los contextos en los que se mueven para continuar innovando (Klerkx et al. 2010).

Algunos ejemplos de las ventajas de que el sector privado comparte información con las instituciones públicas son: el Consorcio Internacional de Mejoramiento de Maíz, creado en México en 2011, cuyo principal activo es el intercambio de información entre instituciones privadas y públicas (Donnet et al. 2020) y la evolución del enfoque del Programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO) que, de un enfoque tecnológico, pasó a uno de sistema de innovación (Camacho-Villa et al. 2016). En este hilo de ideas, el Programa de Maíz del Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC) del INIFAP necesita conocer los factores que las empresas de semillas consideran críticas para aumentar su competitividad. Por ello, el objetivo fue identificar los factores determinantes en la producción de semillas de maíz en México, a través de la perspectiva de las micro, pequeñas y medianas empresas productoras de semilla, para mejorar y contribuir a su fortalecimiento y con ello en la seguridad alimentaria de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

De 1992 a 2017, el Programa de Maíz del CIRPAC-INIFAP ha liberado 11 variedades mejoradas de maíz de grano blanco y siete de grano amarillo. La multiplicación de las líneas y cruza progenitoras de estos híbridos lo realiza personal del CIRPAC a solicitud de las empresas de semillas. El acondicionamiento para la comercialización de semilla se realiza en la planta de beneficio de semilla del CIRPAC ubicado en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México (20° 52' N 102° 42' O). En los últimos 5 años, 62 son las empresas que han solicitado semilla de maíz de grano blanco y amarillo en forma constante. Para la realización de este trabajo, se seleccionaron, en forma aleatoria, 31 de estas empresas, a las que se les aplicó una encuesta semiestructurada.

Recopilación de la información

De agosto a octubre de 2019 se entrevistó personalmente a directivos o dueños de las empresas de semillas seleccionadas. El cuestionario que se aplicó consistió en preguntas relativas a: 1) generalidades de la empresa, 2) actividades económicas, 3) áreas de oportunidad, 4) amenazas latentes e 5) información

adicional, que consistió en conocer su opinión acerca de los maíces nativos (Cuadro 1). La validación del cuestionario se hizo de acuerdo con lo propuesto por Casas et al. (2003).

Cuadro 1. Cuestionario de preguntas relativas aplicado a responsables de empresas semilleras.

Variable	Opciones/unidad de medida
1) Generalidades de las empresas	
Especialistas en la empresa	Mejoramiento, producción de semilla, poscosecha y comercialización
Actividades de la empresa	Almacenador, beneficiador, comercializador, distribuidor, exportador, importador, obtentor y productor
Cuenta con laboratorio de análisis de semillas	Sí/No
Volumen de venta	Toneladas
2) Actividades económicas	
Tiempo de posicionamiento de una nueva variedad	Años
Tipo de material comercializado	Híbrido de cruza simple, trilineal, doble, variedad de polinización libre o sintético
Obtentor del material comercializado	INIFAP, CIMMYT, otra institución pública, propia, otra empresa privada
Zonas agroecológicas de atención ^{&}	Trópico (<1,200 msnm), subtropical (1,200 a 1,900 msnm), transición (1,900 a 2,200 msnm), valles altos (2,200 a 2,600 msnm), valles muy altos (>2,600 msnm)
3) Áreas de oportunidad	
Características del maíz solicitado por los productores	Rendimiento de grano o forraje, color de grano, tolerancia a sequía, tolerante a plagas y enfermedades, tolerante al acame, altas densidades de siembra

Cuadro 1. Continuación.

Variable	Opciones/unidad de medida
Información pública consultada	Nuevas variedades, tecnología de semillas, nuevas áreas de oportunidad, comercio de semillas, métodos de mejoramiento, control de plagas y enfermedades, tratamiento de semilla
Asesoría por instituciones	Sí/No
Institución asesora	INIFAP, CIMMYT, otros
Pertenencia a alguna asociación	Sí/No
Decisiones políticas clave	Promover la siembra de maíces mejorados, subsidio para la compra de semilla mejorada, fomentar la organización y capitalizar a productores de maíz, reforzar las instituciones de investigación agrícola
Nuevas áreas de interés	Áreas agrícolas con problemas de sequía o humedad, nuevas áreas con riego, cambio de cultivo, programas públicos de mejoramiento de maíz, demanda de maíces con usos especiales, aumento en demanda de grano y forraje de maíz
4) Amenazas latentes	
Principales amenazas	Competencia desleal de otras empresas, un mercado cambiante, decisiones controversiales en políticas públicas, cambio climático, cultivos con mayor rentabilidad, nuevas plagas y enfermedades, así como resistencia de las existentes, abandono al campo mexicano
5) Información adicional	
Opinión sobre los maíces nativos	Se deben conservar y utilizar; su siembra limita la producción de maíz en México; no me interesan

[&]Corresponde a las zonas agroecológicas propuestas por Ruiz et al. (2011).

Análisis de la información

Para analizar la información, las empresas de semillas se clasificaron en: microempresa, cuya venta anual fue menor de 50 t de semilla registrada; empresa pequeña, aquella cuyo volumen de venta fue de 50 a 500 t y mediana, de 500 a 5,000 t (Donnet et al. 2020). La información que se obtuvo de las generalidades de las empresas y actividades económicas se analizó con estadística descriptiva, mientras que la de las áreas de oportunidad, amenazas latentes e información adicional se analizó por frecuencia de mención, seleccionando sólo las variables que las empresas consideraron de mayor importancia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Generalidades y actividades económicas de las empresas de semillas

Las empresas medianas reportaron la contratación de al menos un especialista en cada una de las áreas (Cuadro 2), por lo que las micro y pequeñas empresas son las que necesitan asesorías de especialistas de las instituciones públicas en las diferentes áreas de producción de semillas (Donnet et al. 2020). Asesorar e impulsar a las micro y pequeñas empresas de semilla beneficia la producción de grano de maíz en México. Por ejemplo, en el ciclo agrícola primavera-verano (PV) 2014, estas empresas cubrieron 9.35 por ciento de la superficie potencial para el cultivo de maíz en Valles Altos centrales de México (Virgen-Vargas et al. 2016). Porcentaje que se puede incrementar si fuera posible asesorar a todas las micro y pequeñas empresas, pues los resultados de esta investigación indican que sólo se asesora a 50 por ciento de las microempresas entrevistadas (Cuadro 3).

La clasificación de las empresas de semilla por el volumen de venta (Donnet et al. 2020) se relacionó positivamente con el número de actividades a las que se dedican las empresas de semillas y su equipamiento. Una explicación probable es el potencial económico que dan los volúmenes de venta de semillas, lo que permite a las medianas empresas la inversión de capital en otras actividades, pero que sigue siendo un factor

restrictivo para las microempresas. De esta manera, un factor crítico en la producción de semillas en México es el impulso económico que requieren las micro y pequeñas empresas para diversificar sus actividades y aumentar su impacto.

Las empresas entrevistadas distribuyen sus semillas en 17 estados de México (Figura 1), atendiendo las zonas agroecológicas de los trópicos y subtrópicos donde los híbridos más comercializados son los trilineales (Cuadro 3). Ruiz et al. (2011) ubicaron estas zonas en altitudes menores a 1,200 y de 1,200 a 1,900 msnm, respectivamente. Los resultados no indican que en las zonas agroecológicas restantes y en los 15 estados donde las empresas entrevistadas no venden semilla el maíz no sea importante, sólo que estas necesidades son atendidas por otras empresas de semillas. Sin embargo, no dejan de ser áreas de oportunidad para las 31 empresas que se entrevistaron.



Figura 1. Estados donde las empresas entrevistadas distribuyen semilla.

Kotler et al. (2000) definen posicionamiento como el "acto de ocupar un lugar distinguible en la mente del público objetivo". Bajo este contexto, el tiempo de posicionamiento de nuevas variedades va de 2 a 3 años; en promedio las microempresas tardan 2.3 años, mientras que las empresas medianas lo hacen en 2.7 años (Cuadro 2). La causa probable es que las microempresas atienden mercados locales y sus clientes son pequeños productores que están en constante comunicación, facilitando la promoción de un producto nuevo. Sin embargo, será necesario realizar estudios que comprueben esta hipótesis.

Cuadro 2. Promedio de las opciones de las variables que describen las generalidades y las actividades económicas de las micro, pequeñas y medianas empresas de semillas.

Variable	Opciones	Tamaño de las empresas		
		Micro (n=12)	pequeñas (n=10)	medianas (n=9)
Especialistas en la empresa	Mejoramiento	0	1	1
	Producción de semilla	0.8	1.5	1.5
	Manejo poscosecha	0	1	1.5
	Comercialización	0.75	2.5	2.5
	Almacenador	0	0.5	0.6
	Beneficiador	0.5	0.6	0.9
Actividades de la empresa	Comercializador	0.8	0.9	1
	Distribuidor	0.4	0.3	0.2
	Exportador	0	0	0.1
	Importador	0	0	0
	Obtentor	0	0.3	0.3
Cuenta con laboratorio de análisis de semillas (%)	Productor	0.9	0.8	1
		2/12	5/10	9/10
Volumen de venta (t)		22.8	160	1,444.4
Tiempo de posicionamiento de una nueva variedad (años)		2.3	2.5	2.7
Material con mayor comercialización		Híbrido trilineal (Ht)	Ht	Ht
Principal obtentor de los materiales comercializados		INIFAP	Propia, INIFAP	Propia, INIFAP, CIMMYT
Zonas agroecológicas		Trópico y subtropical	Subtrópico	Subtrópico

Áreas de oportunidad de las empresas de semillas

El análisis de resultados mostró que las empresas de semillas consultan principalmente información de nuevas variedades de maíz (Cuadro 3), probablemente porque los productores buscan aumentar el rendimiento de grano y una nueva variedad permite acercarse a ese objetivo. Por ello, el desafío de las instituciones públicas y privadas será siempre buscar el ideotipo de maíz que utilice el máximo de un entorno productivo (Mock y Pearce 1975). Por las condiciones orográficas de México, este reto debería enfocarse por nichos ecológicos (Lozano 2003); sin embargo, este enfoque se limita, por la falta de personal y recursos económicos, entre otras. Ante este escenario, una alternativa es combinar los sistemas de información geográfica con los análisis de varianza de los modelos de interacción genotipo × ambiente lo que permitirá

predecir zonas potenciales de producción de las variedades mejoradas de maíz (Salas et al. 2009).

La colaboración entre el sector privado y las instituciones públicas es una oportunidad para la innovación agrícola (Donnet et al. 2020). Para las empresas de semillas, el aprovechamiento del germoplasma del INIFAP y del CIMMYT ha sido clave en el desempeño de sus actividades (Cuadro 3). Probablemente la generación de líneas para construir híbridos sea el mayor aporte de las instituciones públicas (Espinosa et al. 2003). Sin embargo, para que un nuevo material sea adoptado por los productores de maíz y de semilla, es necesario realizar investigación, validación, producción de semilla y la transferencia de tecnología (Sierra-Macías et al. 2016).

La mayoría de las empresas pequeñas (70%) y medianas (100%) mencionaron que pertenecen al menos a una asociación de semilleros (Cuadro 3).

Ser parte de alguna asociación da a las empresas la oportunidad de manifestar sus ideas y participar en toma de decisiones. Por ejemplo, en la elaboración del documento “Maíz para México, Plan Estratégico 2030”, que trata de los retos, el futuro y las líneas de acción de la producción de maíz, participó la Asociación Mexicana de Semilleros A.C., entre otros (Govaerts et al. 2019). En consecuencia, otro factor crítico será que todos los actores involucrados en la producción de semillas pertenezcan a las asociaciones semilleras.

Las empresas de semillas consideraron que una decisión política clave es la promoción de la siembra de maíces mejorados para aumentar la producción de maíz en México. Idea plasmada en el artículo 16 de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas (DOF 2007). Sin embargo, faltan las vías por las cuales se haría el fomento de las semillas

mejoradas, actividad que es crítica en pro de las variedades mejoradas.

El área principal de interés que señalaron las empresas de semillas es la demanda creciente de grano y forraje de maíz (Cuadro 3). Al tener un precio constante del grano y de forraje, los productores de maíz necesitan aumentar su rendimiento, el cual se puede lograr con el uso de semilla mejorada (Ortíz-Rosales y Ramírez-Abarca 2017). Otros factores socioeconómicos que aumentan la probabilidad de usar semilla mejorada son: el tamaño del predio del productor; el ingreso por hectárea; el precio de la semilla, del fertilizante y de los plaguicidas; así, una disminución en el precio de los insumos (semilla y agroquímicos) aumenta la probabilidad de usar semilla mejorada (García-Salazar y Guzmán-Soria 2015).

Cuadro 3. Porcentaje de las opciones de variables con mayor mención por las empresas micro, pequeñas y medianas de semillas.

Variable	Opciones con mayor mención	Tamaño de las empresas		
		Micro (n=12)	pequeñas (n=10)	medianas (n=9)
Características del maíz solicitado por los productores	Rendimiento de grano	91.6	100	100
	Grano amarillo	50	60	44
	Rendimiento de forraje	42	40	89
	Nuevas variedades	83	60	78
Información pública consultada	Tecnología de semillas	58	30	56
	Comercialización	25	40	67
	Mejoramiento	17	40	44
Asesoría por instituciones		50	70	100
Institución asesora	INIFAP	50	50	44
	CIMMYT	0	50	77
Pertenencia a alguna asociación		17	70	100
Decisiones políticas clave	Subsidio para la compra de semilla mejorada	67	40	22
	Promover la siembra de maíces mejorados	67	90	78
	Promover la organización y capitalizar a productores de maíz	42	40	22
	Aumento en demanda de grano y forraje	75	80	89
Nuevas áreas de interés	Nuevas áreas con riego	42	0	78
	Demanda de maíces con usos especiales	33	40	0

Las áreas agrícolas con riego forman parte del interés de las empresas de semillas (Cuadro 3). De acuerdo con SEMARNAT (2020), en 2018, en México se tenían 3,275,000 ha con riego y 570,510 usuarios; 21,000 ha menos que en 2017, cuyo número de usuarios de estas áreas fue de 470,407. Por tanto, las empresas de semillas deben convencer a los nuevos usuarios de las áreas de riego de las ventajas que tienen las variedades mejoradas, sin descuidar a productores de maíz que siembran en condiciones de buen temporal, estos últimos, por el potencial productivo que representan sus condiciones de producción (Peña et al. 2017).

Las empresas pequeñas fueron las únicas que manifestaron interés por los maíces con usos especiales (Cuadro 3). Domínguez et al. (2014) demostraron que la producción y comercialización de maíz con alto contenido proteico en Puebla es factible, y Keleman y Hellin (2009) mencionan que los maíces pigmentados en el Estado de México y Puebla tienen una relación beneficio/costo mayor que los maíces de grano blanco. Sin embargo, aún falta formular políticas públicas que permitan expandir los mercados sin disminuir los beneficios y que los fitomejoradores den mayor atención al mejoramiento de las características de uso (Hellin et al. 2013).

Amenazas latentes

La Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas vigente es el marco regulatorio del sistema de producción y comercialización de semillas en México (Domínguez-García et al. 2019). Sin embargo, existen acciones que no pueden ser sancionadas por falta de evidencia o por no estar consideradas en la propia Ley. Por ello, los tres grupos de empresas manifestaron su inquietud por la competencia desleal de otras corporaciones (Figura 2). Entre estas acciones se encuentran el desprestigio de sus materiales comercializados, robo de mercado, entre otros. Todas estas acciones que desprestigian a las semillas mejoradas de maíz posiblemente podrían regularse desde las asociaciones de semilleros, con acuerdos bien definidos y, en el caso de las instituciones públicas, adecuar sus lineamientos a las necesidades actuales.

De acuerdo con la información que se recabó, el cambio climático es la segunda amenaza que las

empresas de semillas enfrentan actualmente (Figura 2). Las proyecciones del cambio climático estiman que el rendimiento del grano de maíz disminuirá para finales del siglo XXI, con la sequía como el factor principal (Ahumada et al. 2014; Challinor et al. 2014). El impacto que tendrá la sequía y otros factores climáticos se dará durante la etapa fenológica, en la que afectan al cultivo de maíz (Ruiz et al. 2011). Por ello, es necesario generar variedades tolerantes a sequía y tecnología que mejore la retención del agua en el suelo (Sonder y Cairns 2018), además de trabajar en alternativas para mitigar el efecto en la producción de otros factores como el calor y la anoxia, causadas por el cambio climático.

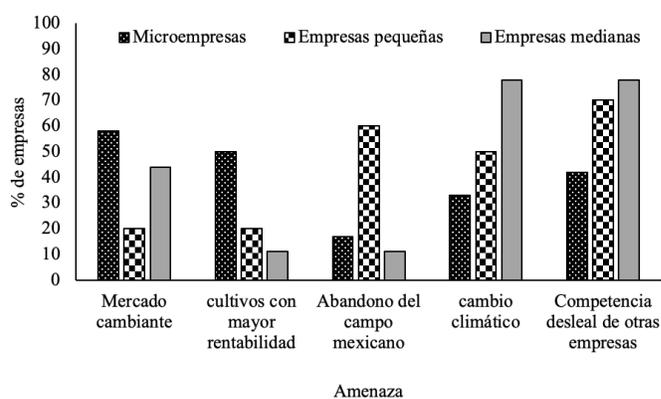


Figura 2. Principales amenazas que señalaron las empresas de semillas de maíz.

Otra de las amenazas mencionadas es el cambio de cultivo que están haciendo los productores de maíz, al optar por cultivos de mayor rentabilidad (Figura 2), como son las frutillas y el aguacate en el Sur de Jalisco, y el agave en la región de Los Altos del mismo estado (Macías y Sevilla 2021). En este contexto de ideas, se encuentra el abandono del campo. La conjugación de estas dos amenazas con otros factores puede ser la causa de que el mercado de las semillas cambie ciclo. De acuerdo con De los Santos-Ramos et al. (2017), la superficie sembrada de maíz en México de 1980 a 2014 disminuyó de 7,597,251 ha a 7,426,412 ha, lo que equivale a una reducción de 15,300 ha anuales, cantidad que pudo ser abandonada o cultivada con otras especies con mayor valor económico. Ante este escenario, las empresas de semillas pueden aprovechar el déficit de semilla mejorada de maíz en los estados del centro y sur de México (García-Salazar y Ramírez-Jaspeado 2014). Sin embargo, antes de hacerlo, deben considerar

si las semillas que producen actualmente se adaptan a las zonas agroecológicas donde existe la demanda.

Información adicional

Las empresas de semillas consideraron que los maíces nativos deben conservarse y utilizarse de alguna u otra forma (Cuadro 4), por lo que las instituciones públicas, además de la generación de materiales mejorados y su tecnología, deben concebir y aplicar estrategias que permitan conservar la diversidad de los maíces y el conocimiento de los agricultores en torno a esta riqueza. Una de las alternativas sería impulsar la demanda de los maíces nativos a partir de sus usos tradicionales y potenciales (Fernández et al. 2013; Hellin et al. 2013). Que en una misma entrevista se hable acerca de la necesidad de conservar y utilizar a los maíces nativos, y que, a su vez, se señale que éstos limitan el potencial productivo del maíz puede ser contradictorio. Sin embargo, no lo es, si consideramos que el interés de las empresas es aumentar el rendimiento de grano y forraje nacional, donde los maíces nativos tienen menor rendimiento, pero que son fuentes de riqueza genética que entre muchas otras cosas aportan resistencia a plagas y enfermedades, así como adaptabilidad.

CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de los tres grupos de empresas de semillas del Occidente de México, los principales factores críticos y amenazas que enfrentan las empresas de semillas son la contratación de personal especializado, la falta de diversificación de sus actividades, el cambio climático, los cultivos con mayor rentabilidad, el abandono del campo mexicano y la competencia desleal de otras empresas de semillas. No obstante, es posible enfrentar estas amenazas, si las empresas aprovechan oportunidades como: los resultados de las instituciones públicas, la demanda de grano y forraje de maíz, la potenciación de los maíces nativos, el trabajo conjunto con todos los actores del medio y las leyes y políticas vigentes en México.

Cuadro 4. Porcentaje de las opiniones que las empresas de semillas tienen respecto de los maíces nativos

Variable	Opciones con mayor mención	Microempresas (n=12)	Empresas pequeñas (n=10)	Empresas medianas (n=9)
Opinión sobre los maíces nativos	Se debe conservar y utilizar	100	80	100
	Su siembra limita el potencial productivo de maíz	17	40	0

LITERATURA CITADA

- Ahumada CR, Velázquez AG, Flores TE, Romero GJ. 2014. Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz. *Investigación y Ciencia* 22: 48-53.
- Camacho-Villa TC, Almekinders C, Hellin J, Martínez-Cruz TE, Rendon-Medel R, Guevara-Hernández F, Beuchelt TD, Govaerts B. 2016. The evolution of the MasAgro hubs: Responsiveness and serendipity as drivers of agricultural innovation in a dynamic and heterogeneous context. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 22: 455-470. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2016.1227091>
- Casas J, Repullo J y Donado J. 2003. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria* 31: 527-538. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(03\)70728-8](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(03)70728-8)
- Challinor AJ, Watson J, Lobell DB, Howden SM, Smith DR, Chhetri N. 2014. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature Climate Change* 4: 287-291. <https://doi.org/10.1038/nclimate2153>
- Copeland LO, McDonald MB. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, Estados Unidos.
- De los Santos-Ramos D, Romero-Rosales T, Bobadilla-Soto EE. 2017. Dinámica de la producción de maíz y frijol en México de 1980 a 2014. *Agronomía Mesoamericana* 28: 439-453. <https://doi.org/10.15517/ma.v28i2.23608>
- [DOF] Diario Oficial de la Federación. 2007. Ley Federal sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas. Poder Ejecutivo de la Federación. Distrito Federal, México.
- Domínguez CA, Brambila JDJ, Carballo A, Quero AR. 2014. Red de valor para maíz con alta calidad de proteína. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 391-403.
- Domínguez-García IA, Altamirano-Cárdenas JR, Barrientos-Priego AF, Ayala-Garay AV. 2019. Análisis del sistema de producción y certificación de semillas en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42(4): 347-356.
- Donnet ML, López-Becerril ID, Domínguez C, Arista-Cortés J. 2020. Análisis de la estructura del sector y la asociación público-privada de semillas de maíz en México. *Agronomía Mesoamericana* 31: 367-383. <https://doi.org/10.15517/am.v31i2.34894>
- Espinosa A, Sierra M, Gómez N. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana* 14: 117-121.
- Fernández R, Morales LA, Gálvez A. 2013. Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36: 275-283.
- García-Salazar JA, Ramírez-Jaspeado R. 2014. El mercado de la semilla mejorada de maíz (*Zea mays* L.) en México: análisis del saldo comercial por entidad federativa. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37: 69-77.
- García-Salazar JA, Guzmán-Soria E. 2015. Factores que afectan la demanda de semilla mejorada de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38: 319-327.
- Govaerts B, Chávez X, Fernández A, Vega D, Vázquez O, Pérez M, Carvajal A, Ortega P, López P, Rodríguez R, Kruseman G, Donnet L, Palacios RN, Verhulst N, Gardeazabal A, González G, Sánchez KC, Rosado LG. 2019. Maíz para México-Plan Estratégico 2030. CIMMYT. México.
- Hellin J, Keleman A, López D, Donnet L, Flores D. 2013. La importancia de los nichos de mercado: un estudio de caso del maíz azul y del maíz para pozole en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36: 315-328.
- Keleman A, Hellin J. 2009. Specialty maize varieties in Mexico: A case study in market-driven agro-biodiversity conservation. *Journal of Latin American Geography* 8: 147-174.
- Klerkx L, Aarts N, Leeuwis C. 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems* 103: 390-400. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Kotler P, Moreno Y y Hamad J. 2000. *Dirección de Marketing: edición milenio*. Prentice Hall. Madrid, España.
- Lozano ML. 2003. El cultivo de maíz en México y la contribución del fitomejorador para favorecer la autosuficiencia. *Revista Mexicana de Agronegocios* 7: 596-607.
- Luna MBM, Hinojosa RM, Ayala GÓJ, Castillo GF, Mejía C. 2012. Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(1): 1-7.
- Macías MA, Sevilla GYL. 2021. Naturaleza vulnerada. Cuatro décadas de agricultura industrializada de frutas y hortalizas en el sur de Jalisco, México (1980-2020). *EntreDiversidades: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades* 8: 64-91. <https://doi.org/10.31644/ED.V8.N1.2021.A031>

- Mock JJ, Pearce RB. 1975. Idiotypic of maize. *Euphytica* 24: 613-623.
- Ortiz-Rosales M^Á, Ramírez-Abarca O. 2017. Proveedores e industrias de destino de maíz en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 14: 61-82.
- Peña RA, Iván SO, Briones RD, Ramírez DJL, Vidal MVA, Ledesma MA. 2017. H-383: híbrido de maíz blanco intermedio para grano y forraje para el norte, centro y occidente de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8: 1891-1896. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.712>
- Ruiz CJA, Medina GG, Ramírez DJL, Flores LHE, Ramírez OG, Manríquez OJD, Zarazúa VP, González EDR, Díaz PG, De la Mora OC. 2011. Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 309-323.
- Salas E, Juárez H, Giraldo D, Amorós W, Simón R, Bonierbale M. 2009. Modelos de análisis de estabilidad y definición de ambientes basados en GIS. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.
- Sánchez-Toledano BI, Kallas Z, Gil JM. 2017. Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 49: 269-287.
- [SEMARNAT] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. [internet]. 2020. Distritos de riego. Gobierno de México. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN01_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=* &NOMBREANIO=*
- Sierra-Macías M, Rodríguez-Montalvo FA, Palafox-Caballero A, Espinosa-Calderón A, Andrés-Meza P, Gómez-Montiel NO y Valdivia-Bernal R. 2016. Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520, en el trópico de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 13: 19-32.
- [SNICS] Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. [internet]. 2018. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. 3er Trimestre 2018. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/401833/CNVV3erTrim18_web_.pdf
- Sonder K, Cairns JE. 2018. Perspectivas globales del impacto de cambio climático sobre producción de maíz. En: *Memorias XI Congreso Nacional de Maíz*. Buenos Aires, Argentina.
- Virgen-Vargas J, Zepeda-Bautista R, Ávila-Perches MA, Espinosa-Calderón A, Arellano-Vázquez JL, Gámez-Vázquez AJ. 2016. Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos de México. *Agronomía Mesoamericana* 27: 191-206.