



SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA DE LA CADENA PRODUCTIVA DE CHILE VERDE: UN CASO DE ESTUDIO EN ZACATECAS, MÉXICO

THE PRESENT AND FUTURE OF THE GREEN CHILI PRODUCTIVE CHAIN: A CASE STUDY IN ZACATECAS, MEXICO

Blanca Sánchez-Toledano, Jorge A. Zegbe*,
Jaime Mena-Covarrubias y Francisco Echavarría-Cháirez

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Zacatecas, Zacatecas, México.

*Autor de correspondencia (jzegbe@gmail.com)

RESUMEN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es uno de los cultivos más importantes en el estado de Zacatecas, México; sin embargo, su permanencia como cadena agroalimentaria podría estar en riesgo por falta de planeación en el establecimiento anual del cultivo, inestabilidad de los precios por falta de regulación en la oferta e importación anual, amén de otros factores que afectan la productividad y competitividad del cultivo, como es falta de organización, nulo acceso a economías de escala, reducida asistencia técnica, altos costos de producción, falta de financiamiento, descapitalización y falta de vínculo entre los productores y el mercado. En esta investigación se evaluó el posicionamiento actual de la cadena de chile verde, también se proyectó la posible situación futura y se proponen estrategias sostenibles para el cultivo. La información que sustenta los resultados se recabó utilizando la metodología del International Service for National Agricultural Research (ISNAR). Catorce indicadores fueron seleccionados en concordancia con la cadena productiva. Los resultados indicaron que la cadena productiva de chile verde es sostenible, pero es necesario un programa de estímulos a la producción para mejorar la situación socioeconómica y competitiva de los productores. Por tanto, proyectos estratégicos enfocados en aumentar el valor de la producción y mayor eficiencia de mano de obra serían necesarios para mantener esta importante cadena productiva. Existe un mercado potencial para el cultivo de chile verde; sin embargo, en el corto plazo la producción total anual del estado disminuirá debido a una reducción de la superficie cultivada y del rendimiento. Los pronósticos de este estudio pueden ser utilizados para la toma de decisiones en la producción y compra-venta del producto fresco.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., posicionamiento, proyección.

SUMMARY

Chili (*Capsicum annuum* L.) is one of the most important crops in the state of Zacatecas, Mexico; however, its permanence as an agri-food chain could be at risk due to lack of planning in the annual establishment of the crop, price instability due to lack of regulation in supply and annual imports, in addition to other factors that affect the productivity and competitiveness of the crop, such as lack of organization, no access to economies of scale, reduced technical assistance, high production costs, lack of financing, decapitalization and lack of link between producers and the market. In this research, the current positioning of the green chili chain was evaluated; the possible future situation was also projected and sustainable strategies for cultivation are

proposed. The information that supports the results was collected using the methodology of the International Service for National Agricultural Research (ISNAR). Fourteen indicators were selected in accordance with the production chain. The results indicated that the green chili production chain is sustainable, but a program to stimulate production is necessary to improve the socioeconomic and competitive situation of producers. Therefore, strategic projects focused on increasing the value of production and greater labor efficiency are necessary to maintain this important production chain. There is a potential market for cultivation of green chili; however, in the short term, the total annual production of the state will decrease due to a reduction in the cultivated area and in yield. The predictions of this study can be used for decision-making in the production and purchase-sale of fresh produce.

Index words: *Capsicum annuum* L., projection, positioning.

INTRODUCCIÓN

La producción mundial de chiles ha tenido un crecimiento importante (33.9 %) en los últimos 10 años (FAOSTAT, 2019). Lo anterior se debe a la creciente demanda de este producto, ya sea en fresco, seco o procesado. Según FAOSTAT (2019), la producción de chiles frescos y secos fue de 40'718,464 t en 2017, de las cuales, 88.6 % correspondió al producto para consumo en fresco.

El cultivo de chile en México es importante por su amplia distribución y consumo en todo el territorio nacional. La superficie nacional cultivada fluctúa en alrededor de 154,268 ha, de las cuales, más del 90 % son irrigadas (SIAP, 2020).

Zacatecas ocupa el tercer lugar en el país en la producción de chile verde (FAOSTAT, 2019). En el periodo entre 2010 y 2018 se produjeron, en promedio, 90,8034 t de chile verde en una superficie de 6,004 ha, con un rendimiento promedio de 14.7 t ha⁻¹ (SIACON, 2020). El cultivo aporta el 22 % al producto interno bruto (PIB) agropecuario del estado zacatecano y genera más de 4 millones de

jornales directos (SIAP, 2020), lo cual realza la importancia económica y social alrededor de este cultivo; sin embargo, la permanencia de esta cadena agroalimentaria podría estar en riesgo por la falta de planeación en el establecimiento anual del cultivo, inestabilidad de los precios por la falta de regulación en la oferta y una alevosa importación anual de chile seco a bajos precios (Aguilar y Esparza, 2010). También, al interior de las unidades de producción existen problemas que afectan la productividad y competitividad del cultivo, como es la falta de organización con visión empresarial, nulo acceso a economías de escala, reducida asistencia técnica, altos costos de producción, falta de financiamiento y descapitalización, así como una marcada desarticulación entre los productores y el mercado (Flores-Trejo *et al.*, 2016).

El reto en la cadena de chile es modernizar y hacer más eficiente la actividad agropecuaria para incrementar la productividad y mejorar los ingresos, el bienestar y la calidad de vida de los horticultores. Una vía es a través de la investigación científica y tecnológica, eslabón que juega un papel central dentro del modelo estratégico de planeación (Kaimowitz, 2019). La investigación debe de anticipar los retos y necesidades que plantea un mundo inmerso en un proceso de cambios profundos (Carrasco-Campos y Sopera, 2016); además, es imperativo establecer un balance entre las actividades de investigación orientada a la productividad (suficiencia y eficacia), buenas prácticas agrícolas (sanidad e inocuidad alimentaria) y calidad nutricional-funcional como valor agregado.

En México, se han conducido estudios sobre el análisis de la importancia socioeconómica y competitiva de las cadenas agroalimentarias (Borja *et al.*, 2016; Cuevas *et al.*, 2007; Loeza-Deloya *et al.*, 2016; Moctezuma-López *et al.*, 2010; Sánchez *et al.*, 2013). Estas investigaciones generaron información estratégica que permitió identificar necesidades de investigación y transferencia de tecnología que contribuyeron al mantenimiento y mejora del desempeño de la actividad agroindustrial. Una cadena agroalimentaria se entiende como el proceso que sigue un producto agrícola a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar a los consumidores (Borja *et al.*, 2016). Así, el análisis de las agro-cadenas es un instrumento que permite diseñar y evaluar políticas públicas dirigidas a mejorar la competitividad, dado que a través de él se pueden planear políticas estratégicamente orientadas a fomentar la permanencia de las cadenas agroalimentarias exitosas e identificar aquellas cadenas que requieren inversión e innovación tecnológica para estimular su competitividad (Sánchez *et al.*, 2013). Por tanto, en esta investigación se planteó, en primer lugar, determinar la importancia socioeconómica y la competitividad de la cadena de chile

verde en Zacatecas, México; en segundo lugar, proyectar la situación futura posible e indicar estrategias sostenibles para este cultivo. Se espera que esta investigación aporte información que reoriente las políticas agrícolas actuales y que éstas contribuyan al desarrollo sustentable de este sistema de producción y bienestar socio-económico de los actores de esta cadena productiva regional y nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Zacatecas aporta al consumo de otros estados más de 772 mil t de productos agrícolas diversos, entre los que destacan frijol, chile, guayaba, durazno, tuna y vid (Sánchez y Rumayor, 2010). Con el fin de contar con un panorama general de la cadena de chile verde en el estado de Zacatecas, el enfoque metodológico se dividió en un análisis de la situación actual y futura.

Posicionamiento de la cadena de chile verde en Zacatecas

Esta etapa consistió en jerarquizar, de acuerdo con criterios e indicadores ponderados, las diferentes cadenas productivas agropecuarias del estado de Zacatecas. Con esto se generó una matriz con valores adimensionales, de tal modo que, el posicionamiento de la cadena de chile verde contrastara con otras cadenas productivas (IICA *et al.*, 1998). El estudio consideró dos ejes principales: a) la importancia socioeconómica, que englobó aquellos atributos importantes de las cadenas que justificaron alguna actividad productiva y b) la competitividad, como un eje que explicó la capacidad de los involucrados en una cadena productiva para enfrentar los retos de los cambios y sus capacidades para adaptarse a las nuevas circunstancias (Velásquez *et al.*, 1999).

Los dos ejes se subdividieron en una serie de criterios que pudieran integrarse de una manera lógica, asignándoles valores numéricos. Para el caso del eje socioeconómico, se consideraron tres criterios dentro de cada unidad de producción: tamaño, dinamismo y especialización de las unidades de producción, mientras que la competitividad estuvo constituida por tres criterios: productividad, medioambiental y desempeño comercial (Cuadro 1); a su vez, cada criterio fue explicado cuantitativamente por indicadores (Rincón *et al.*, 2004). La información de los indicadores, para cada cadena agrícola se recabó a través de fuentes de información secundaria considerando el promedio analizado del periodo 2010-2018 y modelos econométricos para ciertas variables (Cuadro 1). De igual manera, se reclutó por tres ocasiones a un grupo de discusión ($n = 20$) formado por investigadores del

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Campo Experimental Zacatecas para definir las cadenas agrícolas importantes para el Estado y asignar una ponderación a cada uno de los indicadores de acuerdo con su experiencia y conocimiento del tema. La

información fue analizada por medio de Microsoft Excel.

Situación futura de la cadena de chile verde

La situación futura de la cadena de chile verde en

Cuadro 1. Información base para el posicionamiento de las cadenas agropecuarias del estado de Zacatecas, México.

Criterio	Puntaje	Indicador	Argumentación	Ponderación	Método de obtención
Eje 1: Importancia socioeconómica					
Tamaño	0.30	Valor de la producción	Se utilizó el valor de la producción que reportó el SIAP-AGRICULTURA (SIAP, 2020).	5	Análisis de fuentes secundarias
		Superficie ocupada	Superficie que ocupa el cultivo en el Estado según SIAP.	5	Análisis de fuentes secundarias
		Jornales utilizados en la actividad	Se estimó a partir de jornales requeridos por hectárea y después, multiplicados por la superficie de cada cadena productiva.	5	Análisis de fuentes secundarias e información de expertos
Dinamismo	0.40	Tendencia del valor de producción	Se calculó una regresión lineal simple para cada cadena y se utilizó la pendiente del modelo lineal, como el valor que representa la tasa de cambio de los precios.	6	Fuentes secundarias y aplicación del modelo de regresión lineal $Y=a+b*Tendencia+e$
		Evolución de los precios reales	Se calculó la media y desviación estándar de los últimos nueve años de producción.	7	Análisis de fuentes secundarias y medidas de tendencia lineal
		Evolución del empleo	Se estimó una regresión lineal simple del empleo generados en el estado por cadena productiva.	7	Información de expertos secundarias y aplicación del modelo de regresión lineal $Y=a+b*Tendencia+e$
Especialización	0.30	Concentración	Es la relación entre el valor de la producción de la cadena y el valor de la producción total de las cadenas en el estado.	8	Fuentes secundarias
		Índice de especialización	Es la relación entre el valor de producción de la cadena en el estado y el valor de la producción total nacional de todos los estados del país.	7	Fuentes secundarias
EJE 2: Competitividad					
Productividad	0.30	Rendimiento del capital	Corresponde al índice estimado en términos de la relación beneficio-costeo.	7	Datos medidos de costos de producción y análisis de rentabilidad
		Productividad de la mano de obra	Es la relación entre costo pagado por jornales dividido por el ingreso bruto por hectárea.	8	Datos medidos de costos de producción e ingresos
Medio ambiental	0.35	Erosión del suelo	Se estimó a partir de la ecuación universal de pérdida de suelo; en este caso se utilizó el valor medio de erosión estatal por cadena.	9	Información de expertos

Cuadro 1. Continuación.

Criterio	Puntaje	Indicador	Argumentación	Ponderación	Método de obtención
		Uso eficiente del agua	Se utilizó información de valores de uso consuntivo estimados por veinte investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En este caso, se utilizó un valor inverso para favorecer a las cadenas que hacen un uso más eficiente del recurso.	9	Información de expertos
		Niveles de contaminación por uso de fertilizantes	Se consultó con investigadores que han trabajado en fertilización y que han identificado los valores medios de fertilización nitrogenada. Se utilizó un valor inverso para favorecer a los de menor uso de nitrógeno.	8	Información de expertos
Desempeño comercial	0.35	Desempeño comercial	Se utilizó la tendencia de los precios reales al productor, se calculó la pendiente de una regresión lineal de los valores de precios, y este valor se consideró como la tasa de cambio.	9	Fuentes secundarias y regresión lineal $Y=a+b\cdot Tendencia+e$

Zacatecas se valoró con base en modelos de series de tiempo para predecir el comportamiento de la superficie cultivada, producción y rendimiento de chile en el estado (Amin *et al.*, 2014; Box y Jenkins, 1970). Se utilizaron datos anuales oficiales generados durante el periodo 1980-2018 de cada variable, indicados en el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON, 2020). Se utilizó un registro de 39 años que incluyó el año agrícola y el régimen hídrico (riego y seco). Los modelos fueron seleccionados, utilizando el criterio Akaike (AIC) (Barrera *et al.*, 2014). Para medir la magnitud de los errores y determinar si es posible el pronóstico exacto, se consideró el valor de la raíz del cuadrado medio del error. El análisis de la información se realizó en el sistema estadístico STATGRAPHICS Centurion XVI (<http://www.statgraphics.com>).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Posicionamiento de la cadena de chile verde en Zacatecas

Los resultados indicaron que la cadena agrícola de chile verde fue la de mayor importancia, seguida por las de maíz grano y tuna (Cuadro 2). La reconversión productiva implementada por la Secretaría de Agricultura en 2010 continúa teniendo efectos sobre el posicionamiento de las cadenas productivas. Dicha política agrícola y pecuaria consistió en beneficiar las áreas degradadas de Zacatecas; para ello, la opción fue cultivar forrajes y nopales en lugar

de cultivos agrícolas de baja productividad (Echavarría-Cháirez *et al.*, 2015).

Los datos estandarizados (Cuadro 2) permitieron construir una gráfica de posicionamiento con cuatro grupos de acuerdo con su relevancia socio-económica y competitividad para el estado de Zacatecas (Figura 1). La cadena de chile verde, junto con las de maíz grano y frijol se ubicaron como cadenas de importancia estratégica tanto socioeconómica como competitiva para el estado (Figura 1; Cuadrante I); es decir, este sistema producto se posicionó en un mercado sostenible (Peña *et al.*, 2008). Lo anterior implica que en el mercado nacional existe una demanda constante por este producto, lo cual se corroboró con las estadísticas de la FAO (2019); además, el consumo *per cápita* de chile verde en México se incrementó de 11.5 kg en 2006 a 15.2 kg en 2016. Si bien el consumo ha incrementado, las importaciones de este producto también lo han hecho, éstas representaron 38.6 % de la oferta disponible con una tasa de crecimiento promedio anual de 6.7 % de 2006 a 2016.

La superficie cultivada con chile verde creció significativamente en el estado; esto último generó un gran número de empleos derivados, desde la construcción de almácigos hasta la cosecha (4 millones de jornales directos). De igual manera, el dinamismo refleja un incremento en el valor de la producción y un crecimiento positivo constante de precio y empleos generados.

De igual manera, se encontró cierta especialización en la entidad para la siembra de diferentes tipos de chiles. Esta especialización se debe más a preferencias de productores e influencia de acopiadores en el proceso de comercialización, que a características agroecológicas entre áreas productoras o al tamaño del predio de producción (Reyes *et al.*, 2001).

La productividad del cultivo mostró que conforme aumenta el tamaño del predio y la aplicación de tecnología, el rendimiento por unidad de superficie fue mayor y se alcanzaron mejores niveles de rentabilidad.

En cuanto al criterio medioambiental, este cultivo demanda gran cantidad de agua y nitrógeno, con un nivel intermedio de erodabilidad del suelo. Zacatecas es una región predominantemente árida y semiárida, cuyo promedio de lluvia anual es de 408 mm (Medina y Casas, 2019). Lo anterior sugiere una disponibilidad baja y mayor dependencia del agua del subsuelo, ya que del volumen concesionado (1,467.1 hm³), 90.5 % se destina a actividades agrícolas (CONAGUA, 2010). La principal fuente de agua en el estado proviene de 34 acuíferos, pero se estima que el 55 % se encuentran sobreexplotados o presentan algún grado de déficit en su recarga (CONAGUA, 2013); por tanto, la ineficiencia en los sistemas de riego por el uso tradicional del agua contribuye a la pérdida de entre el 40 y 60 % del agua extraída (CONAGUA, 2010).

En el estudio de Aguilar-Sánchez y de la Rosa-Mejía (2018) se consignó también que los subsidios y el casi nulo costo del agua para riego han provocado el incremento de la superficie con cultivos altamente demandantes de agua (hortalizas y cultivos forrajeros) en Zacatecas. El cultivo del chile es un ejemplo del alto uso de agua extraída del subsuelo y contaminación del suelo con patógenos (Serna *et al.*, 2008); sin embargo, existen tecnologías que pueden ser aplicadas a este cultivo para aumentar la eficiencia del recurso hídrico. Una de las tecnologías que ahorran agua y mejoran el rendimiento y calidad de los productos hortícolas es el riego reducido (Campos *et al.*, 2009). El déficit hídrico (DH) y el riego parcial de la raíz (RPR) son algunas estrategias de riego que también pueden utilizarse en la producción de chile y otros cultivos anuales (Zegbe *et al.*, 2007). En consecuencia, el uso de las innovaciones tecnológicas para mejorar la productividad y el ámbito medioambiental del chile parten de la necesidad de contar con un sistema de asistencia técnica permanente y prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente (FAO, 2019); por consiguiente, la agricultura sustentable debe involucrar fundamentalmente la conservación de los recursos naturales para contribuir con la seguridad alimentaria de la actual población y las futuras generaciones (Salgado, 2015).

Otro aspecto relevante del chile verde fue el destacado desempeño comercial debido a que los precios estatales mejoraron en términos reales; es decir, los niveles de precios recibidos por el productor fueron mayores que los precios generados en la economía medida en términos de precios al consumidor; en consecuencia, resulta imperativo definir proyectos encaminados a mejorar la productividad del sistema y enfocar acciones que promuevan la comercialización para mejorar los precios de venta; de igual manera, es importante segmentar mercados, definir estrategias de mercadotecnia y desarrollar nuevos productos agroindustriales que incrementen el valor de producción y el índice de especialización.

Velázquez-Valadez y Salgado (2016) mencionaron que los cambios tecnológicos son una alternativa para mejorar los índices de competitividad, razón por la cual la investigación deberá centrarse en introducir paquetes tecnológicos integrales que incrementen la productividad con base en la reducción de costos de producción y el desarrollo constante de nuevas variedades que permitan cubrir las demandas del mercado en fresco y agroindustrial.

Situación futura de la cadena de chile verde en Zacatecas

La oferta nacional de chile verde en México está determinada, en parte, por la superficie cosechada y el rendimiento por unidad de superficie. Por lo tanto, analizar el comportamiento futuro de estas variables proporciona información relevante para la toma de decisiones y diseño de estrategias que contribuyan a mantener o mejorar la actividad económica de la cadena (Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2016). El mejor modelo para estimar la superficie cosechada de este producto en Zacatecas fue ARIMA (2,1,0), para la producción se utilizó el modelo de suavización exponencial simple $P = 0.47$ y, para el rendimiento (R) un modelo con tendencia lineal de la forma $R = 4.03308 + 0.285462 x$ toneladas (Cuadro 3).

La superficie cosechada de chile en Zacatecas presentó una tendencia irregular, con un decremento a partir del año 2000 (Figura 2). El pronóstico sugirió una disminución de la superficie cosechada de chile verde de 1.93 % para 2022; es decir, para el año 2022 se estima un decremento en la superficie cosechada de 8,180 ha (Figura 2). El decremento de la superficie cosechada inició a partir de 1992, cuando el estado promovió la reconversión productiva (Echavarría *et al.*, 2009), programa que sustituyó cultivos básicos por forrajeros para el ganado (Chávez, 2006).

La producción de chile del estado de Zacatecas es variable y está supeditada a las condiciones climáticas;

Cuadro 2. Matriz de jerarquización de las cadenas productivas para el período 2010-2018. Zacatecas, México.

Cadena	Socioeconómica	Competitividad	Sumatoria	Orden	Socioeconómica estandarizado	Competitividad estandarizado
Chile verde	4.063	16.865	20.928	1	1.503	0.778
Maíz grano	2.356	16.054	18.410	2	0.323	0.736
Tuna	1.502	15.354	16.856	3	-0.268	0.700
Avena grano	1.698	10.894	12.592	4	-0.132	0.468
Manzana	0.532	7.573	8.105	5	-0.938	0.296
Frijol	4.337	2.474	6.812	6	1.692	0.032
Alfalfa verde	1.383	4.030	5.413	7	-0.350	0.112
Nopalitos	0.477	-13.516	-13.040	8	-0.976	-0.797
Pastos	0.653	-42.979	-42.326	9	-0.855	-2.325

no obstante, para 2022, se prevé una disminución del 6.3 % (Figura 3), atribuible a las condiciones de suelo y disponibilidad de agua para riego (Serna *et al.*, 2008), pero también el incremento de la temperatura debido al cambio climático podría incidir en la productividad del cultivo (Frank *et al.*, 2011). Se ha comprobado que el incremento de la temperatura mayor a 30 °C por periodos relativamente largos induce el aborto de flores, lo cual se traduce en una reducción del rendimiento (Chaves-Barrantes y Gutiérrez-Soto, 2017). Por tal motivo, es importante realizar estudios estratégicos que permitan reorientar la producción del cultivo de chile para convivir con el cambio climático; no obstante, Sosa-Baldivia y Ruíz-Ibarra (2017) mencionaron que existe una correlación positiva entre el volumen de

producción de hortalizas y el aumento poblacional, lo que indica que el aumento de la producción del sector agrícola debe ser tal que cubra la demanda de alimentos asumiendo que los recursos naturales sean mantenidos disponibles y saludablemente utilizables.

En el caso del rendimiento, se estima una reducción de 3.6 % para el periodo 2019-2022 (Figura 3). A nivel mundial, el mayor reto que la agricultura enfrentará para los próximos 35 años es asegurar el abasto y acceso a los alimentos para la población (Sosa-Baldivia y Ruíz-Ibarra, 2017). De acuerdo con la FAO (2019), para alimentar una población creciente, entre 2007 y 2050, el volumen de la producción agrícola mundial deberá aumentar 70 %; esto

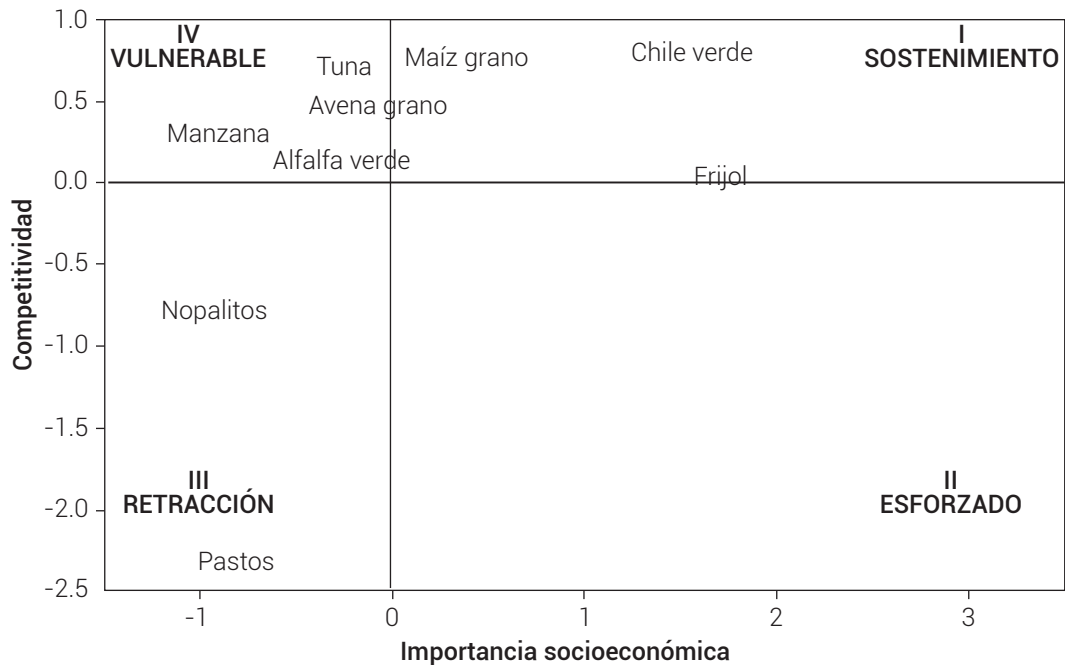


Figura 1. Posicionamiento del chile verde frente otras cadenas productivas en el estado de Zacatecas, México.

último implica que los productores deberán enfocarse en mejorar el rendimiento por unidad de superficie con un volumen de agua subterránea cada vez menor y un suelo cada vez más degradado (Beraud-Macías *et al.*, 2018).

El crecimiento del sector agrícola se ha basado en la agricultura extensiva de los cultivos (Ríos *et al.*, 2016); sin embargo, esta estrategia agrícola alcanzó su máxima capacidad y, por lo tanto, la expansión de la superficie cultivada no será una estrategia sustentable para las próximas décadas; en consecuencia, será necesario incorporar a la agricultura todas las prácticas agronómicas compatibles con el medioambiente que coadyuven a incrementar el rendimiento con la misma área cultivable (Fischer y Edmeades, 2010). En este último tema, la adopción de nuevas tecnologías contribuiría al incremento de los rendimientos y calidad de los productos (Santos,

2018), pero mejorando la salud de los mantos acuíferos; de igual manera, será necesario satisfacer los mercados con productos funcionales e innovadores, basándose en las necesidades actuales y exigencias de los consumidores (Palacio-Vásquez *et al.*, 2017). Específicamente, en las partes que integran el fruto del chile verde se ha encontrado que éste presenta diferentes compuestos fenólicos que tienen un efecto positivo en distintos cánceres (Kumar *et al.*, 2003).

CONCLUSIONES

La cadena de chile verde se ubicó en una posición de sostenimiento por su alta importancia socioeconómica y competitividad en el estado de Zacatecas; sin embargo, para mantener su posicionamiento es necesario implementar proyectos estratégicos enfocados a

Cuadro 3. Modelos empíricos para el pronóstico de productividad del chile verde en Zacatecas, México.

Variable	Modelo pronosticado	Parámetro	Estimado	Error estándar	Valor de t	AIC	RMSE
Superficie cosechada	ARIMA (2,1,0)	AR (1)	-0.27	0.14	-1.90 *	17.94	7490.8
		AR (2)	-0.49	0.14	-3.49 *		
Producción	Suavización exponencial simple	$\alpha = 0.46$	----	---	--	22.13	62372.8
Rendimiento	Tendencia lineal	Constante	4.03	0.66	6.05 *	1.52	2.04
		Pendiente	0.28	0.02	9.83 *		

*: valores estadísticamente significativos con un nivel de confianza del 95 %. Fuente: Elaboración propia (software estadístico STATGRAPHICS) con datos de SIACON (2020).

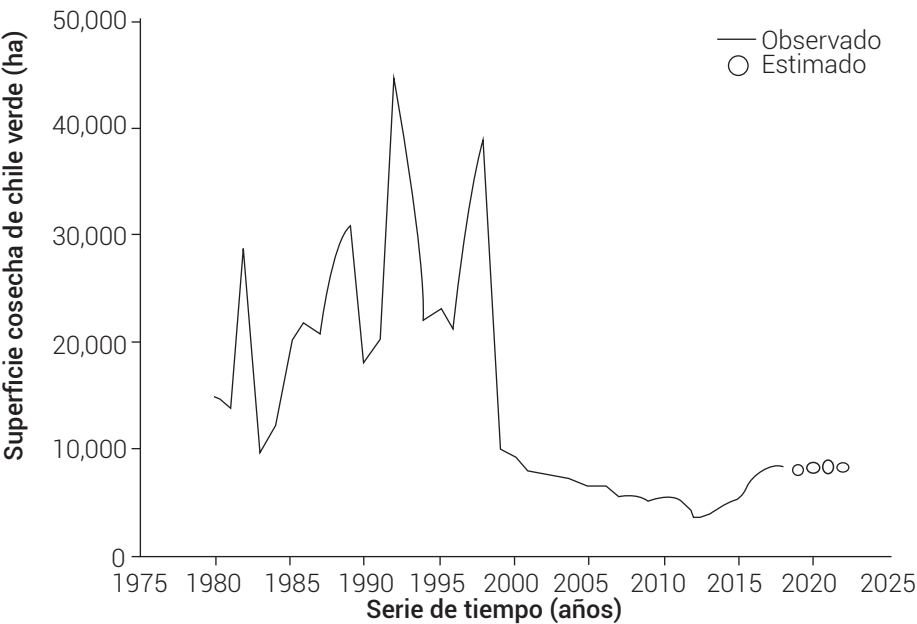


Figura 2. Estimación de la superficie cosechada de chile verde en Zacatecas, México de 1980 a 2022 con la base de datos de AGRICULTURA-SIACON (2020).

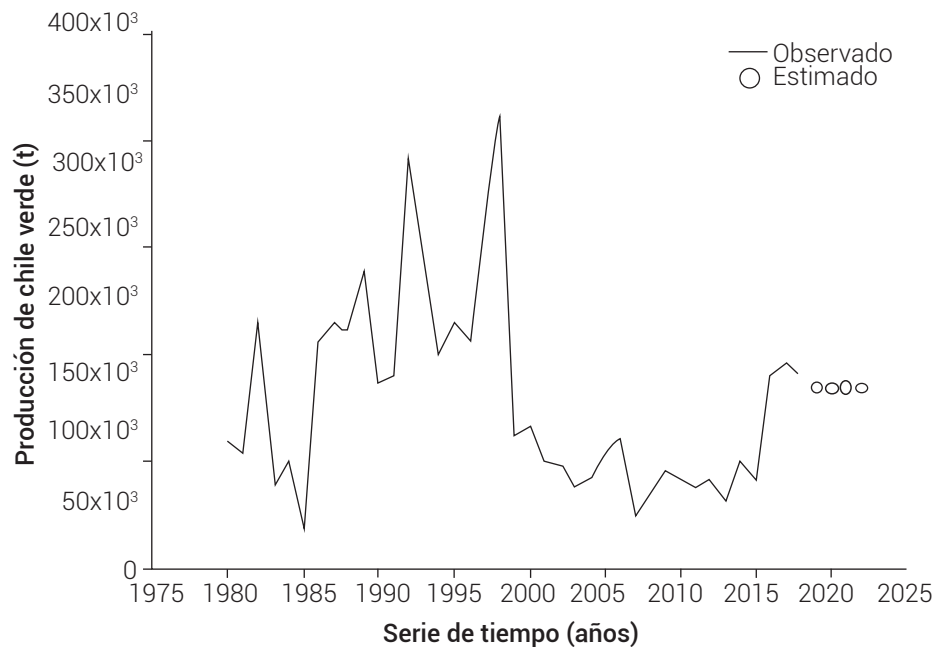


Figura 3. Estimación de la producción de chile verde en Zacatecas, México de 1980 a 2022 con datos de SIACON (2020).



Figura 4. Estimación del rendimiento de chile verde en Zacatecas, México de 1980 a 2022 con datos de SIACON (2020).

aumentar el valor de la producción y aumentar la eficiencia de la mano de obra; asimismo, reorientar la cadena con mejores oportunidades de mercado. La difusión y adopción de innovaciones tecnológicas para aumentar el rendimiento del cultivo serán necesarias en el corto, mediano y largo plazo, así como poner en práctica las tecnologías existentes sobre eficiencia del recurso hídrico. Una futura línea de investigación es la construcción de indicadores que incluyan criterios comerciales, políticos y

socioculturales para fortalecer los procesos de evaluación sostenibles.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias a través del proyecto: "Tecnología para mitigar el impacto de la radiación ultravioleta, virus y pérdidas en el secado

de chile seco" con No. Ref.: 2-1.6-11192034464-A-M.2-1 otorgado al Dr. Jaime Mena Covarrubias. También se agradece al Editor y los dos Revisores que con sus sugerencias, mejoraron la presentación de este documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Sánchez G. y E. de la Rosa-Mejía (2018) Valoración económica del agua en la Cuenca Alta del Río Lerma, México. *Revista de Estudios Andaluces* 35:101-122, <https://doi.org/10.12795/rea.2018.i35.04>
- Aguilar H. R. y G. Esparza F. (2010) Situación y perspectivas de la producción de chile seco en Zacatecas. *Revista de Geografía Agrícola* 45:19-38.
- Amin M., M. Amanullah and A. Akbar (2014). Time series modeling for forecasting wheat production of Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 24:1444-1451.
- Barrera S. A., E. Sánchez L., F. Figueroa S., J. A. Olivas V. y C. Pérez L. (2014) Uso de un modelo univariado de series de tiempo para la predicción, en el corto plazo, del comportamiento de la producción de carne de bovino en Baja California, México. *Veterinaria México* 45:1-9.
- Beraud-Macías V., J. Sosa-Ramírez, Y. Maya-Delgado y A. Ortega-Rubio (2018) La Reforma Agraria y los cambios de uso del suelo ejidal en Aguascalientes, 1983-2013. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 15:443-463, <https://doi.org/10.22231/asyd.v15i3.855>
- Borja B. M., L. Reyes M., A. Espinosa G. y A. Vélez I. (2016) Estructura y funcionamiento de la cadena productiva de esquilmos agrícolas como forraje en la región de El Bajío, México. *Revista Mexicana de Agronegocios* 39:451-463.
- Box G. E. P. and G. M. Jenkins (1970) Time Series Analysis: Forecasting and Control. John Wiley & Sons. Hoboken, New Jersey, USA. 537 p.
- Campos H., C. Trejo, C. B. Peña-Valdivia, C. Ramírez-Ayala and P. Sánchez-García (2009) Effect of partial rootzone drying on growth, gas exchange, and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Scientia Horticulturae* 120:493-499, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.12.014>
- Carrasco-Campos A. y E. Saperas L. (2016) Cambio tecnológico, globalización neoliberal y hegemonías metodológicas en la investigación comunicativa internacional. *Ambitos* 32:1-12, <https://doi.org/10.12795/Ambitos.2016.i32.06>
- Cuevas R. V., J. A. Espinosa G., A. B. Flores M., F. Romero S., A. Vélez I., J. L. Jolalpa B. y R. Vázquez G. (2007) Diagnóstico de la cadena productiva de leche de vaca en el estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 45:25-40.
- Chaves-Barrantes N. F. y M. V. Gutiérrez-Soto (2017) Respuestas al estrés por calor en los cultivos. II. Tolerancia y tratamiento agronómico. *Agronomía Mesoamericana* 28:255-271, <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21904>
- Chávez R. L. (2006) Reconversión productiva y perspectivas del sector agropecuario en Zacatecas. *Comercio Exterior* 57:384-391.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2010) Estadísticas del Agua en México, Edición 2010. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 249 p.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2013) Estadísticas del Agua en México, Edición 2013. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Ciudad de México. 165 p.
- Delgadillo-Ruiz O., P. P. Ramírez-Moreno, J. A. Leos-Rodríguez, J. M. Salas-González y R. D. Valdez-Cepeda (2016) Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México. *Acta Universitaria* 26:23-32, <https://doi.org/10.15174/au.2016.882>
- Echavarría C. F. G., A. Serna P., F. A. Rubio A., A. F. Rumayor R. y H. Salinas G. (2009) Productividad del chamizo *Atriplex canescens* con fines de reconversión: dos casos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 47:93-106.
- Echavarría-Chávez F. G., J. L. Santos C., R. Gutiérrez L. y G. Medina G. (2015) Validación de una estrategia metodológica para la evaluación cualitativa de un pastizal mediano abierto del estado de Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 6:171-191, <https://doi.org/10.22319/rmcp.v6i2.4061>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2019) Agricultura sostenible. Una herramienta para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe. Actividades Destacadas 2014-2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 48 p. <http://www.fao.org/3/i5754s/i5754s.pdf> (Enero 2020).
- FAOSTAT, Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (2019) Food and agriculture data. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <http://www.fao.org/faostat/en/#home> (January 2020).
- Fischer R. A. and G. O. Edmeades (2010) Breeding and cereal yield progress. *Crop Science* 50:S-85-S-598, <https://doi.org/10.2135/cropsci2009.10.0564>
- Flores-Trejo A., G. Almaguer-Vargas, J. Aguilar-Ávila, R. Rendón-Medel y S. R. Márquez-Berber (2016) Redes sociales y confianza entre productores de rambután en el Soconusco, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7:3009-3021, <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i15.423>
- Frank E., H. Eakin and D. López-Carr (2011) Social identity, perception and motivation in adaptation to climate risk in the coffee sector of Chiapas, Mexico. *Global Environmental Change* 21:66-76, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.11.001>
- IICA, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; BID, Banco Interamericano de Desarrollo e IFPRI, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (1998) Caracterización de Cadenas Agroalimentarias para Evaluar Investigación en el Cono Sur. IICA. San José, Costa Rica. 89 p.
- Kaimowitz D. (2019) Making the Link: Agricultural Research and Technology Transfer in Developing Countries. CRC Press. New York, USA. 292 p, <https://doi.org/10.1201/9780429044410>
- Kumar A. P., G. E. Garcia, R. Ghosh, R. V. Rajnarayanan, W. L. Alworth and T. J. Slaga (2003) 4-Hydroxy-3-methoxybenzoic acid methyl ester: a curcumin derivative targets Akt/NFκB cell survival signaling pathway: potential for prostate cancer management. *Neoplasia* 5:255-266, [https://doi.org/10.1016/S1476-5586\(03\)80057-X](https://doi.org/10.1016/S1476-5586(03)80057-X)
- Loeza-Deloya V. M., N. G. Uzcanga-Pérez, A. J. Cano-González, G. Ramírez-Jaramillo, J. H. Ramírez-Silva y Y. G. Aguilar Duarte (2016) Cadenas de importancia socioeconómica para el desarrollo agrícola e industrial de la Península de Yucatán, México. *Agroproductividad* 9:3-8.
- Medina G. G. y J. I. Casas F. (2019) Reporte agro meteorológico Diciembre de 2019. Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas. Folleto informativo No. 194. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. 26 p.
- Moctezuma-López G., J. A. Espinoza-García, V. Cuevas-Reyes, J. L. Jolalpa-Barrera, F. Romero-Santillán, A. Vélez-Izquierdo y D. E. Bustos-Contreras (2010) Innovación tecnológica de la cadena agroalimentaria de maíz para mejorar su competitividad: estudio de caso en el estado de Hidalgo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1:101-110.
- Palacio-Vásquez E., J. H. Hurtado-Ibarbo, J. D. Arroyave-Roa, M. Cardona-Cañedo y J. Martínez-Girón (2017) Edulcorantes naturales utilizados en la elaboración de chocolates. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 15:142-152, [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)142-152](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)142-152)
- Peña Y., P. A. Nieto A. y F. Díaz R. (2008) Cadenas de valor: un enfoque para las agrocadenas. *Equidad y Desarrollo* 1:77-85, <https://doi.org/10.19052/ed.279>
- Rincón V. F., F. C. Echavarría C., A. F. Rumayor R., J. Mena C., A. G. Bravo L., E. Acosta D., ... y H. Salinas G. (2004) Cadenas de Sistemas Agroalimentarios de Chile Seco, Durazno y Frijol en el Estado de Zacatecas: Una Aplicación de la Metodología ISNAR. Publicación Especial 14. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. 157 p.
- Reyes R. E., H. Salinas G., A. G. Bravo L. y L. E. Padilla B. (2001) Tecnología de producción de chile seco en el estado de Zacatecas, México. *Terra Latinoamericana* 19:83-88.
- Ríos F. J. L., M. Torres M., M. A. Torres M. y J. E. Cantú B. (2016) Eficiencia y productividad del cultivo de frijol en un sistema de riego por bombeo en Zacatecas, México. *CIENCIA ergo-sum* 24:152-163, <https://doi.org/10.30878/ces.v24n2a7>
- Salgado S. R. (2015) Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos. *Estudios Sociales* 23:113-

- 140, <https://doi.org/10.24836/es.v23i45.184>
- Sánchez T. B. I. y A. Rumayor R. (2010)** Evaluación del entorno para la innovación tecnológica en zacatecas: identificación de las cadenas productivas relevantes. Publicación Especial No. 18. Campo Experimental Zacatecas, INIFAP. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. 20 p.
- Sánchez T. B. I., J. A. Zegbe D., A. R. Rumayor R. y G. Moctezuma L. (2013)** Estructura económica competitiva del sector agropecuario de Zacatecas: un análisis por agrocadenas. *Revista Mexicana de Agronegocios* 33:552-563.
- Santos L. K. C. (2018)** El uso de la tecnología en la agricultura. *Pro Sciences* 2:25-32, <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol2iss14.2018pp25-32>
- Serna P. A., J. A. Zegbe, J. Mena C. y S. Rubio D. (2008)** Sistemas de manejo para la producción sustentable de chile seco cv. 'Mirasol'. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31:41-44.
- SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2020)** Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Producción agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430> (Enero 2020).
- SIAP, Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (2020)** Avances de siembras y cosechas. Resumen por estado. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do (Abril 2020).
- Sosa-Baldivia A. y G. Ruíz-Ibarra (2017)** La disponibilidad de alimentos en México: un análisis de la producción agrícola de 35 años y su proyección para 2050. *Papeles de Población* 23:207-230, <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.93.027>
- Velásquez F., J. Plaza, B. Gutiérrez, J. Pulido, G. Rodríguez, M. Romero y J. Carranza (1999)** Método de Planificación del Desarrollo Tecnológico en Cadenas Agroindustriales que Integra Principios de Sostenibilidad y Competitividad. Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR). La Haya, Países Bajos. 93 p.
- Velázquez-Valadez G. y J. Salgado J. (2016)** Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: proyección a 2018). *Análisis Económico* 31:145-170.
- Zegbe J. A., M. H. Behboudian and B. E. Clothier (2007)** Response of tomato to partial rootzone drying and deficit irrigation. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30:125-131, <https://doi.org/10.35196/rfm.2007.2.125>