

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 33, Número 62. Julio – Diciembre 2023

Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Artículo

Planeación de la superficie sembrada
para evitar la volatilidad de precios de pepino en México

Planning the planted area
to avoid cucumber price volatility in Mexico

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1313>

e231313

Arturo Kaiser-Porras*

<http://orcid.org/0000-0001-9403-8680>

José Alberto García-Salazar**

<http://orcid.org/0000-0002-9892-7618>

José Saturnino Mora-Flores**

<http://orcid.org/0000-0003-0052-8422>

Fecha de recepción: 09 de enero de 2023.

Fecha de aceptación: 22 de mayo de 2023.

*Estudiante de maestría en socioeconomía, estadística e informática-economía.

Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo.

**Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Puebla, México.

Autor para correspondencia: José Alberto García-Salazar.

Carretera México-Texcoco Km 36.5. Montecillo 56230. Texcoco, Estado de México.

Tel. 58045984 ext. 1800

Dirección electrónica: jsalazar@colpos.mx

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.

Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: analizar como medidas de control de la oferta permiten enfrentar la volatilidad de precios del pepino en México. Metodología: se formuló un modelo de programación aplicado al mercado del pepino en 2020 y se analizaron tres escenarios sobre control y planeación de la superficie sembrada. Resultados: indican que en 2020 la producción y comercialización de 371 miles de toneladas de pepino generaron un ingreso y una ganancia al productor de 1,914 y 721 millones de pesos. Una contracción de la oferta anual en 30 % aumentaría la ganancia unitaria de 1,945 a 2,102 pesos por tonelada. Limitaciones: debido a que el 98.8 % de las exportaciones mexicanas de pepino tienen como destino el mercado de los EE. UU., no se consideraron los envíos de la hortaliza a otros países. Conclusiones: por los efectos positivos del control de la oferta a través de la planeación de la superficie como medida para enfrentar la volatilidad de precios se recomienda la creación de una organización de productores que haga posible la organización y planeación de la superficie sembrada de hortalizas.

Palabras clave: desarrollo regional, pepino, volatilidad de precios, control de la oferta, superficie, modelo de programación.

Abstract

Objective: To analyze how supply control measures allow to face the volatility of cucumber prices in Mexico. Methodology: A programming model applied to the cucumber market in 2020 was formulated and three scenarios on control and planning the planted area were analyzed. Results: Indicate that in 2020 the production and commercialization of 371 thousand tons of cucumber generated an income and a profit for the producer of 1,914 and 721 million pesos. A 30 % contraction in the annual supply would increase the unit profit from 1,945 to 2,102 pesos per ton. Limitations: Since 98.8 % of Mexican cucumber exports are destined for the US market, shipments of the vegetable to other countries were not considered. Conclusions: Due to the positive effects of supply control through surface planning as a measure to deal with price volatility, the creation of a producer organization is recommended to make possible the organization and planning of the surface planted with vegetables.

Keywords: regional development, cucumber, price volatility, supply control, area, programming model.

Introducción

En 2020, la superficie sembrada de pepino fue de 5,032 hectáreas y en ella se obtuvo una producción de 1,160 mil toneladas (Siacon, 2020), de las cuales, el 68.0 % se exportó a EE. UU. y quedaron 371 mil toneladas para consumo doméstico (SIAVI, 2020). A pesar de que las exportaciones representan cerca de dos terceras partes de la producción nacional, México es el segundo mayor exportador de pepino en el mundo con 22.1 % del comercio mundial, solo después de España, quien participa con el 27.1 % de las exportaciones mundiales (OEC, 2020).

En el ámbito nacional, los estados de Sinaloa, Sonora, Morelos y Michoacán contribuyen conjuntamente con el 60.3 % de la producción total de esta hortaliza (SIAP, 2020). En 2020, la demanda de pepino en la región consumidora con mayor demanda fue el Centro del país (región integrada por la Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala), la cual demandó el 33.0 % del consumo doméstico nacional de acuerdo con la población de dichos estados (Aguilar, 2016; INEGI, 2020).

Igual que la mayoría de los mercados hortícolas, el pepino presenta el problema de volatilidad en los precios. Ejemplo de ello son los precios promedio al mayoreo, que en el mes de mayo de 2020 presentaron su nivel mínimo de 11.2 pesos por kilogramo (SNIIM, 2021), mientras que el máximo se observó en marzo del mismo año, al ubicarse en 17.8 pesos por kilogramo; se observó una diferencia de precios de 6.6 pesos por kilogramo. La volatilidad de precios es más notoria al observar valores en las diferentes centrales de abasto del país; por ejemplo, en el mes de mayo de 2020 se reportó un precio de 4.7 pesos por kilogramo en la Ciudad de México; en tanto, en septiembre de ese mismo año, el precio fue de 36.0 pesos por kilogramo en Quintana Roo.

Considerando que el costo promedio de producción, sin incluir el transporte, de las diez ciudades representativas de las zonas estudiadas es de 4.3 pesos por kilogramo, se observa que los productores que comercializan sus cosechas en periodos de precios mínimos obtienen márgenes de ganancia muy bajos, lo que implica pérdida de bienestar y patrimonio para las familias que cultivan esta hortaliza.

La volatilidad de precios se debe a la estacionalidad de la producción. En 2020 el rendimiento promedio de pepino fue de 74 toneladas por hectárea (Siacon, 2020) y en los meses de febrero, marzo, abril y mayo se presentó la mayor producción con destino al mercado interno, con 87, 63, 54 y 50, mil toneladas de pepino, respectivamente; mientras que en julio, agosto, septiembre y octubre la disponibilidad de producto para consumo en el país fue de solo 11, 7, 6 y 3 mil toneladas, respectivamente (SIAP, 2020).

La causa de la volatilidad del precio es la fluctuación impredecible de la cantidad ofertada de este producto (FAO, 2010). La volatilidad de los precios en frutas y hortalizas es un problema que se presenta en todos los países, quienes han implementado mecanismos de control de la oferta para evitar la volatilidad de precios en productos agrícolas; en los EE. UU., por ejemplo, desde 1937 se instrumentó la política de órdenes de mercadeo manejada por el Servicio de Mercadeo Agrícola (AMS por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de ese país (USDA, por sus siglas en inglés). En general, la política de órdenes de mercado tiene como objetivo disminuir la variabilidad de los precios en el mercado de frutas, hortalizas, cultivos especiales y la leche (AMS, 2022).

En Canadá, el problema se ha tratado de solucionar a través de un sistema de pagos deficitarios, donde el agricultor recibe un pago del gobierno en el caso de que su hortaliza no alcance el precio objetivo. En adición a lo anterior, se realiza un control de la oferta obligando al productor a no sembrar sus tierras en caso de saturación del mercado (Colomé, 2010).

En México, desde 1970 y hasta principios de la década de los noventa, existió la Unión Nacional de Productores de Hortalizas (UNPH), quien se encargó de programar siembras en los estados que producían hortalizas, para controlar la oferta, y así, evitar la saturación del mercado y los precios bajos (Espinoza-Arellano, Orona-Castillo, 2005). El principal objetivo de estas medidas de control de la superficie sembrada era aumentar el ingreso del productor.

Como en otros mercados, los productores de pepino también requieren políticas que ayuden a estabilizar los precios, pues deben recibir precios que permitan recuperar los costos de producción y tener un margen de ganancia para la capitalización del sector agrícola.

La existencia de cientos de productores que deciden de manera individual la cantidad de hectáreas a sembrar y la dispersión geográfica distante que dificulta su organización, determina que el mercado de pepino, igual que la mayoría de los productos agrícolas, funcione bajo competencia perfecta. El precio del pepino se establece en función del comportamiento de la oferta y la demanda (Banxico, 2022), lo que indica que un aumento en el precio se logrará con un aumento en la demanda, o bien con la contracción de la oferta. Por lo tanto, si se restringe la superficie sembrada del cultivo en aquellos meses en los cuales se presentan los excesos de oferta, entonces el precio aumentará.

Considerado la importancia del mercado del pepino en México, la presente investigación tuvo por objetivo dar recomendaciones que permitan una mejor planeación de la superficie de pepino con la finalidad de evitar los excesos de oferta temporales y la consecuente caída en los precios de la hortaliza. La hipótesis establece que, si se restringe la superficie sembrada de pepino para consumo interno, entonces el ingreso y la ganancia del productor de pepino aumentarán.

Materiales y métodos

Para alcanzar el objetivo de la investigación se usó un modelo de programación matemática cuya función objetivo maximiza la ganancia del productor de pepino. La formulación del modelo se basó en la teoría microeconómica (Goolsbee, Levitt y Sylverson, 2015), en Takayama y Judge (1971) y en estudios que han usado modelos similares (García-Salazar et al., 2011; Ramírez-Barraza, García-Salazar y Mora-Flores, 2015).

El modelo considera las dimensiones espaciales y temporales del mercado de pepino. Asumiendo $t(t=1,2,3\dots T=12)$ períodos de tiempo, $i(i=1,2,3\dots I=10)$ regiones productoras de pepino, $j(j=1,2,3\dots J=10)$ regiones consumidoras y $e(e=1,2,3\dots E=4)$ puertos y fronteras de salida de las exportaciones, el modelo matemático propuesto es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 Max\ G = & \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J pc_{ijt} x_{ijt} + \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E p_{iet} x_{iet} \\
 & - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J cp_{ijt} x_{ijt} - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J cp_{iet} x_{iet} \\
 & - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J ct_{ijt} x_{ijt} - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{e=1}^E ct_{iet} x_{iet} \quad 1)
 \end{aligned}$$

Sujeta a:

$$\sum_{j=1}^J x_{ijt} \leq xmi_{it} \quad 2)$$

$$\sum_{e=1}^E x_{iet} \leq xme_{it} \quad 3)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{ijt} \geq y_{jt} \quad 4)$$

$$\sum_{i=1}^I x_{iet} \geq y_{et} \quad 5)$$

$$y_{jt}, y_{et}, x_{ijt}, x_{iet}, x_{it} \geq 0 \quad 6)$$

Donde para el mes t , $\pi^{t-1} = (1/1+r_t)^{t-1}$ es el factor de descuento con una tasa de inflación r_t ; pc_{ijt} es el precio de mayoreo del pepino enviado desde la zona productora i con destino al

mercado j ; x_{ijt} es la cantidad producida de pepino en la región i que tiene como destino el mercado j ; p_{iet} es el precio internacional del pepino enviado de i que será exportado por el puerto e ; x_{iet} es la cantidad producida y enviada de i que será exportado por el puerto e ; cp_{ijt} es el costo de producción en i que será vendida en j ; cp_{iet} es el costo de producción de pepino en i con destino al puerto e ; ct_{ijt} es el costo de transporte de i a j ; x_{ijt} es la cantidad enviada de i a j ; ct_{iet} es el costo de transporte de i a e ; x_{iet} es la cantidad enviada de i a e ; xmi_{it} es la cantidad producida de pepino en i que será vendida en el mercado interno; xme_{it} es la cantidad producida de pepino en i que será vendida en el mercado externo; y_{jt} es la cantidad consumida de pepino en el mercado j ; y_{et} es la cantidad exportada de pepino por el puerto e .

La función objetivo maximiza el ingreso obtenido por las ventas en cada mercado, más el valor de las exportaciones, menos los costos de producción y menos los costos de transporte. La función objetivo está sujeta a cinco restricciones. La ecuación 2 indica cómo se distribuye la producción de las regiones productoras i hacia los mercados nacionales j . La ecuación 3 indica cómo se distribuye la producción de las regiones productoras i hacia los puntos de salida de las exportaciones de pepino e . La ecuación 4 indica cómo se abastece el consumo de las regiones consumidoras nacionales j , con producción proveniente de las regiones i ; la ecuación 5 indica que la cantidad exportada de pepino por cada puerto de salida es igual a las recepciones de pepino provenientes de las zonas productoras i . Finalmente, la ecuación 6 indica las condiciones de no negatividad del modelo. La influencia que tiene la cantidad total nacional disponible de pepino en el precio al mayoreo (pc_{ijt}), se establece a través de la ecuación 7:

$$pc_{ijt} = \alpha_{ijt} + \beta_{ijt} (\sum_{i=1}^I xmi_{it}) \quad 7)$$

Donde, α_{ijt} es el intercepto de la regresión que estima el precio al mayoreo en las centrales de abasto en función de la cantidad disponible el mercado nacional; β_{ijt} es el coeficiente que mide la relación entre la cantidad mensual y el precio al mayoreo.

La ecuación 8 indica que el precio al productor de la región i cuyo producto es enviado al mercado j en el periodo t (pp_{ijt}) es igual al precio de mayoreo de pepino producido en la región i y enviado al mercado j en el tiempo t (pc_{ijt}), menos el margen de comercialización de lo producido en i que es enviado al mercado j en el tiempo t (mc_{ijt}); lo cual implica que este precio también se ve afectado por la cantidad disponible mensual de pepino, esto es:

$$pp_{ijt} = pc_{ijt} - mc_{ijt} \quad 8)$$

La ganancia del productor (G_{pro}) se obtuvo a través de la ecuación 9, y se obtiene al restarle al precio al productor (pp_{ijt}) el costo de producción (cp_{ijt}).

$$G_{pro} = \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J pp_{ijt} x_{ijt} - \sum_{t=1}^T \pi^{t-1} \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J cp_{ijt} x_{ijt} \quad 9)$$

La ecuación 10 indica que la cantidad mensual de pepino para consumo interno ($\sum_{i=1}^I xmi_{it}$) es igual a la cantidad mensual de pepino producida en las diferentes regiones de México ($\sum_{i=1}^I x_{it}$), menos la cantidad mensual de pepino con destino al mercado internacional ($\sum_{i=1}^I xme_{it}$), esto es:

$$\sum_{i=1}^I xmi_{it} = \sum_{i=1}^I x_{it} - \sum_{i=1}^I xme_{it} \quad 10)$$

Las regiones productoras consideradas en el modelo se determinaron de la siguiente manera: a) las entidades con una participación mayor en la producción nacional se consideraron de manera separada (Sinaloa y Michoacán) y b) basados en SIAP (2022) y Aguilar (2016), las entidades con una participación menor en la producción nacional se consideraron de manera agregada. Por lo tanto, el análisis espacial consideró las siguientes regiones productoras de pepino: Sinaloa, Michoacán, Noroeste (integrado por Baja

California, Baja California Sur, Sonora y Nayarit), Norte (Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas y San Luís Potosí), Noreste (Tamaulipas y Nuevo León), Occidente (Jalisco, Colima, Guanajuato y Aguascalientes), Centro (Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala), Golfo (Tabasco y Veracruz), Sur (Chiapas, Oaxaca y Guerrero) y Península (Yucatán, Quintana Roo y Campeche). Se consideraron las siguientes regiones consumidoras: Sinaloa, Michoacán Noroeste, Norte, Noreste, Occidente, Centro, Sur, Golfo y Península. Los puertos de salida de las exportaciones considerados en el modelo fueron Laredo, Nogales, Tijuana y Veracruz, por estas aduanas salió el 31.3, 52.4, 13.0 y 3.3 %, respectivamente, de las exportaciones totales de pepino que México realizó en 2020 (USITC, 2021).

Para alcanzar los objetivos de la investigación primero se obtuvo la solución del modelo en la situación base con información de 2020. Después se realizaron los siguientes escenarios: 1) el escenario 1 consistió en reducir la superficie sembrada para consumo interno en 30% para disminuir la producción de pepino en el país, el escenario se basó en la teoría económica que sostiene que una reducción en la oferta aumenta el precio (Goolsbee et al., 2015); 2) el escenario 2 igualó la producción de pepino mensual a 48.9 mil toneladas, durante los meses de febrero a julio con el objetivo de aprovechar las ventajas económicas de cosechar tardíamente, y distribuir la producción eliminando los puntos máximos de oferta (Espinoza-Arellano, Orona-Castillo, Guerrero-Ramos, Molina-Morejón y Ramírez-Quiroga, 2019) y 3) bajo el escenario 3, Sinaloa, el mayor productor de pepino en México, aumenta sus exportaciones en 37 mil toneladas en el mes de febrero, para aprovechar los precios internacionales y obtener mayor ganancia y, al mismo tiempo, disminuir la oferta en el mercado interno en un 10%. Los resultados de los tres escenarios se compararon con el ingreso y la ganancia obtenida en el modelo base.

Es importante mencionar que el pepino es un producto perecedero, con una vida de 14 días en refrigeración (Zamora, 2017), por lo que no se contempló un escenario de almacenaje en esta investigación.

Para obtener la solución del modelo se recopiló una gran cantidad de información del mercado de pepino en México. El modelo usó información del año calendario que va de enero a diciembre de 2020. La producción estatal y mensual de pepino en 2020 se obtuvo del programa de avances de siembras y cosechas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020). Las exportaciones de pepino de México a los EE. UU. se obtuvieron de la Comisión de Comercio Internacional de ese país (USITC, 2021). Debido a que el 98.8 % de las exportaciones mexicanas de pepino tienen como destino el mercado de los EE. UU. (SIAVI, 2020), no se consideraron los envíos de la hortaliza a otros países.

Los precios al mayoreo en las diferentes centrales de abasto se obtuvieron del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2021). El costo de producción del pepino por tonelada se calculó al dividir el costo de producción por hectárea entre el rendimiento obtenido por hectárea y la información provino de Ramírez-Abarca, Hernández-Martínez y González-Razo (2021) y el Siacon (2020).

El Consumo Nacional Aparente (CNA) de pepino se obtuvo al descontar las exportaciones de pepino enviadas de México a EE. UU. a la producción nacional total y la información provino de la USITC (2021) y del Siacon (2020). El consumo regional de pepino por región se obtuvo al multiplicar el CNA por la participación de cada estado en la población nacional total.

Para obtener el costo de transporte de las zonas productoras a las consumidoras se realizó el siguiente procedimiento: a) se generó una matriz de distancias de zonas productoras de pepino a los centros de consumo y puertos de salida de las exportaciones con datos de la

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2017); b) Se obtuvieron datos de costos de transporte de rutas seleccionadas de comercialización de pepino a través de 27 entrevistas a transportistas de la Central de Abastos de la CDMX. Con dicha información se estimó un modelo de regresión en donde, la variable dependiente es el costo de transporte, y la variable independiente la distancia en kilómetros, el intercepto de la función estimada fue el costo fijo y el parámetro es un factor variable que multiplicado por la distancia corresponde al costo variable y c) Usando la matriz de distancia y los factores fijos y variables se obtuvo una matriz de costos de transporte.

La matriz de distancia consideró puntos de referencia para zonas productoras y consumidoras. Las diez ciudades consideradas como punto de referencia para las zonas productoras fueron: Chihuahua, CDMX, Guadalajara, Morelia, Monterrey, Oaxaca, Culiacán, Hermosillo, Jalapa y Mérida. Los puntos de referencia de las zonas consumidoras fueron: Culiacán, Morelia, Hermosillo, Chihuahua, Monterrey, Guadalajara, CDMX, Veracruz, Oaxaca y Mérida.

La solución del modelo en los diferentes escenarios se obtuvo con el procedimiento MINOS, escrito en el lenguaje de programación General Algebraic Modeling System, GAMS (Rosenthal, 2014).

Resultados y discusión

En 2020 la producción de pepino fue de 1,160 mil toneladas, las cuales se obtuvieron en una superficie de 15,743 hectáreas; el 68.0 % de la producción total (789 mil toneladas que provinieron de una superficie de 10,711 hectáreas), se exportó a los EE.UU. El restante 32.0 %, (371 mil toneladas obtenidas en 5,032 hectáreas), fueron para consumo interno (cuadro 1). Igual que la mayoría de los productos agrícolas, la producción de pepino se caracteriza

por una marcada estacionalidad; en 2020, el 75.4 % de la producción para el consumo doméstico se cosechó de enero a mayo y los estados que sobresalieron fueron Sinaloa, Sonora, Morelos y Michoacán, quienes participaron con el 60.3 % (224 mil toneladas).

El ingreso obtenido por las ventas de pepino en el mercado nacional ascendió a 1,914 millones de pesos, y se observa que mensualmente osciló en un rango de 19 a 417 millones de pesos. La ganancia obtenida por la venta en los mercados nacionales fue de 721 millones de pesos y también se observa una variación mensual con mínimos de dos millones de pesos en el mes de octubre y valores máximos de 228 millones de pesos en el mes de febrero.

Cuadro 1.

Ingresos y ganancia de la producción para consumo interno de pepino en México, 2020. Miles de toneladas, hectáreas y millones de pesos.

Mes	Producción			Superficie			Ingreso	Costos	Ganancia
	Total	Expor- tación	Consumo interno	Total	Expor- tación	Consumo interno			
	miles de t			ha			millones de pesos		
Enero	124	98	26	1,676	1,330	346	139	66	73
Febrero	169	83	87	2,299	1,120	1,179	417	189	228
Marzo	142	78	63	1,922	1,062	860	319	194	125
Abril	126	72	54	1,711	982	729	276	181	95
Mayo	112	62	50	1,515	835	681	260	156	104
Junio	74	47	28	1,009	633	376	150	110	40
Julio	51	39	11	690	534	156	64	48	16
Agosto	43	36	7	582	493	90	37	30	7
Sept.	47	41	6	640	558	82	34	31	3
Oct.	65	62	3	881	835	46	19	17	2
Nov.	98	82	16	1,327	1,110	218	89	79	10
Dic.	110	90	20	1,490	1,219	271	110	92	18
Anual	1,160	789	371	15,743	10,711	5,032	1,914	1,193	721

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020) y de la solución del modelo.

Como en otras frutas y hortalizas, son necesarias acciones que enfrenten las consecuencias económicas negativas de la estacionalidad. En el caso del pepino, acciones con cambios en la producción mensual de febrero a mayo podría eliminar el exceso de oferta y la volatilidad en los precios (García-Salazar, Skaggs y Crawford, 2014). Por tanto, los productores mexicanos de pepino podrían organizarse y trazar un plan estratégico para fortalecer su poder de negociación en el mercado nacional (García-Salazar, Skaggs y Crawford, 2011), limitando la cantidad de producto ofrecido.

El escenario 1 consideró una disminución de 30 % en la superficie sembrada, lo que significa que el área de pepino disminuyó de 5,032 a 3,523 hectáreas anuales, se supuso que la contracción en el área sembrada fue igual en los doce meses del año (cuadro 2). Por efecto de la contracción en la oferta, el ingreso del productor se ubicó en 1,381 millones de pesos, lo que representó una disminución de 27.8 %, con relación al ingreso observado en el escenario base. Se observó un comportamiento igual en la ganancia, la cual se ubicó en 546 millones de pesos.

Bajo el escenario 1, se observa una disminución en el ingreso y la ganancia del productor; sin embargo, los beneficios de la contracción en la oferta se observan en la ganancia por tonelada. Se observa que la ganancia promedio anual aumentó de 1,945 a 2,102 pesos por tonelada, lo que representó un aumento de la ganancia unitaria de 8.1 %, respecto a la observada en el año base.

Es importante destacar que la superficie liberada en el escenario 1 se podría utilizar para cultivar otras hortalizas, y eso constituiría una fuente alternativa de ingresos para el agricultor.

Cuadro 2.

Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 1. Miles de toneladas, hectáreas, millones de pesos y pesos por tonelada.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia
	Base	Esc. 1	Base	Esc. 1				unitaria
	miles t		ha		millones de pesos		pesos por t	
Ene	26	18	346	242	98	46	52	2,929
Feb	87	61	1,179	825	308	133	176	2,887
Mar	63	44	860	602	232	136	96	2,169
Abr	54	38	729	510	200	127	73	1,932
May	50	35	681	477	187	109	78	2,221
Jun	28	19	376	263	107	77	29	1,511
Jul	11	8	156	109	45	34	12	1,493
Ago	7	5	90	63	26	21	5	1,167
Sep	6	4	82	57	24	22	3	592
Oct	3	2	46	32	13	12	1	596
Nov	16	11	218	153	63	56	7	624
Dic	20	14	271	190	78	64	13	950
Anual	371	260	5,034	3,524	1,381	836	546	2,102

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020) y datos de la solución del modelo.

En el escenario 2 se restringe la producción de los meses con mayor cosecha (enero, febrero, marzo y abril) a 49 mil toneladas por mes y los excedentes se redistribuyen entre los meses con menor producción que van de junio a julio; la acción anterior permite restringir la oferta en los meses de mayor producción para aumentarla en los meses con menor oferta.

Los resultados del escenario 2 se pueden observar en el cuadro 3. El ingreso del productor aumentó a 1,952 millones de pesos, lo cual representó un incremento del 2 %,

respecto al observado en el escenario base. La ganancia también experimentó un aumento de 92 millones de pesos, lo que representó un aumento de 4.7 por ciento.

Cuadro 3.

Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 2. Miles de toneladas, hectáreas, millones de pesos y pesos por tonelada.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia
	Base	Esc. 2	Base	Esc. 2				unitaria
	miles ton		ha		millones de pesos		pesos por ton	
Ene	26	26	346	346	139	66	73	2,862
Feb	87	49	1,179	664	254	147	107	2,189
Mar	63	49	860	663	254	147	107	2,189
Abr	54	49	729	664	254	147	107	2,189
May	50	49	681	664	254	147	107	2,189
Jun	28	49	376	663	254	147	107	2,189
Jul	11	49	156	664	254	147	107	2,189
Ago	7	7	90	90	37	30	7	1,059
Sep	6	6	82	82	34	31	3	497
Oct	3	3	46	46	19	17	2	597
Nov	16	16	218	218	89	79	10	624
Dic	20	20	271	271	110	92	18	900
Anual	371	371	5,034	5,034	1,952	1,197	755	2,036

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020) y datos de la solución del modelo.

El escenario 3 establece que Sinaloa aumenta sus envíos en 37 mil toneladas al mercado externo en el mes de más producción (febrero), y se reduce la producción con destino al mercado interno de ese mes de 87 a 50 mil toneladas; tal medida de control significaría

contraer la oferta anual de 5,034 a 4,530 hectáreas para el mercado interno. En el cuadro 4 se observa que el ingreso anual del productor aumenta en 527 mil millones de pesos, lo que representa el 25.5 %, en relación con el modelo base. La ganancia del productor pasaría de 721 a 1,298 millones de pesos, ya que se incluyen los ingresos adicionales, provenientes del comercio en el extranjero de los excedentes sinaloenses, que significan un incremento del 80.0% en relación con la ganancia en el modelo base (cuadro 4). Los beneficios del escenario 3 también se observan en la ganancia unitaria. Como se puede observar en el cuadro 4, la ganancia unitaria aumentaría de 1,945 a 3,889 pesos por tonelada.

Cuadro 4.

Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 3. Miles de toneladas, hectáreas, millones de pesos y pesos por tonelada.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia
	Base	Esc. 3	Base	Esc. 3				unitaria
	miles t		ha		millones de pesos		pesos por t	
Ene	26	26	346	346	139	66	73	2,862
Feb	87	50	1,179	676	944	139	805	16,152
Mar	63	63	860	860	319	194	125	1,973
Abr	54	54	729	729	276	181	95	1,769
May	50	50	681	681	260	156	104	2,073
Jun	28	28	376	376	150	110	40	1,443
Jul	11	11	156	156	64	48	16	1,394
Ago	7	7	90	90	37	30	7	1,059
Sep	6	6	82	82	34	31	3	497
Oct	3	3	46	45	19	17	2	597
Nov	16	16	218	218	89	79	10	624
Dic	20	20	271	271	110	92	18	900
Anual	371	334	5,034	4,530	2,441	1,143	1,298	3,889

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP (2020) y datos de la solución del modelo.

Las implicaciones de políticas que se pueden derivar de los resultados anteriores son interesantes para solucionar el problema de volatilidad de los precios del pepino. Se ha demostrado que medidas de control de la oferta tienen un fuerte efecto sobre el ingreso y ganancia de los productores. Dichas medidas de control de la oferta solo se podrán instrumentar con la acción conjunta de los productores, de ahí que la organización de estos agentes es indispensable para la instrumentación conjunta de la política.

Ha quedado claro el impacto fuerte que tienen las decisiones de las principales regiones productoras de pepino, como es el caso de Sinaloa, sobre el ingreso y ganancia de los productores en todos los estados. Por lo tanto, los principales estados productores pueden definir la superficie y la producción óptima que permitan evitar los excesos de oferta temporales que provocan los episodios de disminución de los precios. La decisión sobre la superficie a sembrar deberá tomar en cuenta los efectos negativos que se tendrían en caso de que se provoque un exceso de oferta que baje los precios.

La exportación de los excesos de oferta temporales es la mejor medida para aumentar la ganancia del productor agrícola. Para aquellos productores de pepino, como los del estado de Sinaloa y otros estados fronterizos del norte del país, que tienen experiencia en el comercio internacional, el envío de los excedentes a los mercados de los EE. UU. puede aumentar hasta en 80.0% la ganancia del productor. Para aquellos agricultores que no tienen experiencia en el comercio internacional, o que no cuentan con la infraestructura necesaria para acceder a los consumidores norteamericanos, deberán planear la superficie con la finalidad de evitar los excesos de oferta temporales.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda la creación de una unión de productores que se encargará de vigilar que la superficie cosechada, de esta hortaliza, no rebase las 4,530 hectáreas o 334 mil toneladas anuales. Los siguientes argumentos apoyan la recomendación anterior: 1) existe evidencia de que las medidas de control de la oferta aumentan al ganancia de los productores agrícolas de México (García-Vázquez et al., 2011; Ramírez-Barraza et al., 2015; Ramos Sandoval et al., 2017; Ramos-Sandoval, García-Salazar y Borja-Bravo, 2018; Martínez-Jiménez et al., 2020; García-Salazar, Bautista-Mayorga y Guzmán-Soria, 2021); 2) existen antecedentes de programación de siembras de hortalizas a través de la UNPH (Unión Nacional de Productores de Hortalizas), organización que

funcionó desde la década de los setenta hasta los primeros años de la década de los noventa y; 3) con la finalidad de lograr una comercialización ordenada, restricciones del volumen enviado al mercado y otras medidas de control de la oferta han sido aplicadas en los mercados de frutas, hortalizas y cultivos especiales en los EE. UU. a través de la política de órdenes de mercadeo (Paggi y Nicholson, 2013).

Conviene mencionar que políticas de control de la oferta podrían tener un efecto negativo sobre el consumidor, y que probablemente este agente tendría que pagar un precio más alto en el mercado. El aumento del precio al productor necesariamente origina un aumento en el precio al consumidor y los consumidores nacionales e internacionales de ingresos medios y altos, que tienen la posibilidad de pagar un precio más alto, son los estratos que pagarán el costo de las medidas de control de la oferta. Además, dichas políticas deberán ir acompañadas de prácticas agrícolas y poscosecha que garanticen el aumento de la calidad del producto; pues solo de esta manera el consumidor estará dispuesto a pagar un precio más alto por el producto que compra en el mercado.

Conclusiones

La solución de un modelo de programación aplicado al mercado de pepino en México permitió determinar los beneficios que obtendría el productor de la hortaliza si se aplicaran medidas de control de la oferta. La reducción de la producción de pepino destinada al consumo interno a través de la planeación de la superficie sembrada contribuirá a mejorar el precio, el ingreso y la ganancia del productor. Una contracción en la producción de pepino por una caída en la superficie, la distribución de la producción anual de manera uniforme de febrero a julio a través del método de siembras por etapas y, la desviación de 37 mil toneladas

del consumo doméstico en febrero para su venta en el mercado exterior, son medidas que incrementarían la ganancia unitaria del productor de pepino.

Por los efectos positivos que se obtienen al aplicar medidas de control de la oferta, se recomienda la instrumentación de estas estrategias para enfrentar la volatilidad de precios de frutas y hortalizas. Una mejor planeación de la superficie sembrada de pepino permitirá aumentar el poder de negociación y los beneficios económicos del productor, y tal acción requiere de la organización de los productores, pues solo ellos pueden determinar el nivel de producción que ofrecerán en cada ciclo agrícola.

Referencias

- Agricultural Marketing Service (AMS, 2022). Revisar que aparezca en el texto o eliminar Commodities covered by marketing orders. Washington, D. C. AMS. Recuperado de <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/tools-fruits-vegetables-specialty-crops>
- Aguilar, A. (2016). La región megalopolitana de la Ciudad de México. La morfología socio-territorial de la ciudad-región. En J. L. Ávila, H. H. Hernández-Bringas y M. López Hernández (Coords.), *Retos del cambio demográfico en México*. Ciudad de México: UNAM. Recuperado de http://ladupo.igg.unam.mx/portal/Publicaciones/Capitulos_Libros/La_region_megalopolitana_de_la_CDMX.pdf
- Banco de México (Banxico, 2022). Banxico educa. México: Banxico. Recuperado de <http://educa.banxico.org.mx/economia/oferta-demanda-economia.html#:~:text=La%20oferta%20que%20es%20la,que%20desean%20comprar%20los%20interesados>
- Colomé, R. A. (2010). Política agrícola canadiense, algunas lecciones para Argentina. *Actualidad Económica*, Año XX (71), 27-45. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/acteconomica/article/view/3894/3729>
- Espinoza-Arellano, J., Orona-Castillo, I. y Cano-Ríos, P. (2005). Situación y tendencias en las actividades de producción y comercialización del melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera, México. *Agrofaz*, 5(1), 801-811. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2300062>
- Espinoza-Arellano, J. de J., Orona-Castillo, I., Guerrero-Ramos, L. A., Molina-Morejón, V. M. y Ramírez-Quiroga, E. C. (2019). Análisis del financiamiento, comercialización y rentabilidad del cultivo del melón con enfoque de “siembras por etapas” en la Comarca Lagunera de Coahuila, México. *Ciencia UAT*, 13(2), 71-82. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v13n2/2007-7858-cuat-13-02-71.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2010). La volatilidad de precios en los mercados agrícolas. Italia: FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/3/am053s/am053s.pdf>
- García-Salazar, J., Skaggs, R. y Crawford, T. (2014). Excess supply and price volatility in the Mexican potato market: A decision making framework. *American Journal Potato Research*, 91(3), 291-303. doi <https://doi.org/10.1007/s12230-013-9349-5>
- García-Salazar, J. A., Skaggs, R. y Crawford, T. (2011). Analysis of strategic industry planning and organizational opportunities for Mexican cantaloupe producers. *Hortscience*, 46(3), 439-444. doi: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.3.439>

- García-Salazar, J. A., Bautista-Mayorga, F., Borja-Bravo, M. y Guzmán-Soria, E. (2021). Variación de los precios de la naranja (*Citrus sinensis* L.) en México. *Agronomía Mesoamericana* 32(1): 209-223. doi: <https://doi.org/10.15517/am.v32i1.40679>
- García-Vázquez, A., García-Salazar, J. A., Guzmán-Soria, E. y Portillo-Vázquez, M. (2011). El mercado de la sandía en México: un estudio de caso sobre excesos de oferta y volatilidad de precios. *Región y Sociedad. Revista del Colegio de Sonora. XXIII*(52), septiembre-diciembre: 239-260. doi: <https://doi.org/10.22198/rys.2011.52.a187>
- Goolsbee, A., Levitt, S. y Sylverson, Ch. (2015). *Microeconomía*. Primera edición, Barcelona: Editorial Reverté.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020). Población total por entidad federativa y grupo quinquenal de edad según sexo, serie de años censales de 1990 a 2020. México: INEGI. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Poblacion_Poblacion_01_e60cd8cf-927f-4b94-823e-972457a12d4b&idrt=123&opc=t
- Martínez-Jiménez, A., García-Salazar, J. A., García-de los Santos, G., Ramírez-Valverde, G., Mora-Flores, J. S. y Matus-Gardea, J. A. (2020). Control de la oferta de naranja en México como mecanismo para controlar volatilidad de precios. *Revista Fitotecnia Mexicana* 43(2):223-231. Recuperado de <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/43-2/11a.pdf>
- Paggi, M. y Ch. (2013). Federal and state marketing orders 137-170. En W.Armbruster y R. Knutson (Eds.). *US Programs Affecting Food and Agricultural Marketing*. Estados Unidos: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4930-0>
- Observatorio de Complejidad Económica (OEC, 2020). Pepinos y pepinillos frescos, refrigerados. México: OEC. Recuperado de <https://oec.world/es/profile/hs/cucumbers>
- Ramírez-Abarca, O., Hernández-Martínez J. y González-Razo F. (2021). Análisis económico del pepino persa en condiciones de invernadero en Guerrero y Estado de México, 2020. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 48(1), 678-689. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14167610009>
- Ramírez-Barraza, B. A., García-Salazar, J. A. y Mora Flores, J. S. (2015). Producción de melón y sandía en la Comarca Lagunera: un estudio de planeación para reducir la volatilidad de precios. *Ciencia Ergo-Sum* 22(1): 45-53. Recuperado de <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7845/6418>
- Ramos-Sandoval, I. N., García-Salazar, J. A., Borja-Bravo, M. y Guajardo-Hernández, L. G., Almeraya-Quintero, S. X. y Arana-Coronado, O. (2017). El mercado de la guayaba en Aguascalientes: un análisis para reducir la volatilidad de los precios. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Publicación Especial (18): 3757-3769. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8nspe18/2007-0934-remexca-8-spe18-3755.pdf>
- Ramos-Sandoval, I. N., García-Salazar, J. A. y Borja-Bravo, M. (2018). Fluctuaciones estacionales y cíclicas de los precios del azúcar en México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 41(3): 317-325. Recuperado de <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/41-3/12a.pdf>
- Rosenthal, R. E. (2014). *GAMS A User's Guide*. GAMS Development Corporation. Whashington, D. C.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT, 2017). Infraestructura Carretera. México. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/infraestructura-carretera>
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon, 2020). Valor de la Producción Nacional Agropecuaria y Pesquera 2020. México: Sader. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2020). Avance de siembras y cosechas. México: Sader. Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2022). Panorama Agroalimentario 2022. México: Sader. Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2020/Atlas-Agroalimentario-2020.
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI, 2020). SIAVI Data. México: Secretaría de Economía. Recuperado de <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2021). Mercados nacionales. México: secretaría de Economía. México: SNIIM. Recuperado de <http://www.economiasniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agricolas/ConsultaFrutasYHortalizas.aspx?SubOpcion=40>
- Takayama T. y Judge, G. G. (1971) Spatial and Temporal Price and Allocation Models. Amsterdam: North Holland Publishing Company.

United States International Trade Commission (USITC, 2021). Imports for consumption. Estados Unidos: USITC. Recuperado de <https://dataweb.usitc.gov/trade/>

Zamora, E. (2017). El cultivo de pepino slicer-americano (*Cucumis sativus* L.) bajo cubiertas plásticas Hort-Cp-008-2017. Hermosillo, Sonora, México: Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Recuperado de [https://dagus.unison.mx/zamora/8.%20el%20cultivo%20de%20pepino%20slicer%20\(cucumis%20sativus%20l.\)%20bajo%20cubiertas%20plasticas.pdf](https://dagus.unison.mx/zamora/8.%20el%20cultivo%20de%20pepino%20slicer%20(cucumis%20sativus%20l.)%20bajo%20cubiertas%20plasticas.pdf)