



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO EN SOCIOECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA

## PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA PARA EVITAR LA VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) EN MÉXICO

ARTURO KÁISER PORRAS

T E S I S  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2023



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **Planeación de la superficie sembrada para evitar la volatilidad de precios en el mercado de pepino (*Cucumis sativus*) en México**, realizada por el estudiante: **Arturo Káiser Porras**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
SOCIOECONOMÍA ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ECONOMÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DR. JOSÉ ALBERTO GARCÍA SALAZAR

CO-DIRECTOR

DR. JOSÉ ALBERTO GARCÍA SALAZAR

ASESOR

DR. JOSÉ SATURNINO MORA FLORES

ASESOR

DR. OMAR PEÑA SOSA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, febrero de 2023

# PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA PARA EVITAR LA VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) EN MÉXICO

Arturo Káiser Porras, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2023

## RESUMEN

La presente investigación se dividió en dos capítulos, el objetivo del primer capítulo fue enfrentar los precios bajos del pepino en Michoacán, que se presentan en los meses con mayor oferta y que ponen en riesgo los ingresos y la ganancia de los productores; adelantando o retrasando las siembras para que coincidan con los periodos de mayores precios rurales. El objetivo del segundo capítulo fue analizar las medidas de control de la oferta de pepino en México, que permitan enfrentar la volatilidad de precios en el mercado. En los dos capítulos se emplearon diferentes metodologías para el análisis de los datos: en el primero, se calculó el ingreso, el costo y la ganancia, bajos escenarios de siembras tempranas, medias y tardías; en el segundo, se usaron datos mensuales en 2020 para obtener la solución de un modelo de programación que analiza los efectos de la instrumentación de diferentes medidas de control de la oferta sobre el ingreso y ganancia del productor de pepino para maximizarlos. Los principales resultados del primer artículo fueron que, los productores de Michoacán tuvieron pérdidas en el año 2020 que se reflejan en la relación beneficio-costo cuyo valor observado fue de 0.98, lo que quiere decir que, si se invierten 100 pesos en esta hortaliza, solo se recuperan 98. En tanto que, aplicando siembras tempranas y tardías, este indicador mostró mejoras del orden de 1.01 y 1.05 respectivamente. En el segundo artículo los hallazgos indican que, al aplicar un modelo de programación, para maximizar la ganancia de los productores de pepino en México, se hace necesario aplicar medidas de control de la oferta con destino al consumo interno, a través de la planeación de la superficie sembrada; por ejemplo, si se disminuye en 37 mil toneladas la oferta de pepino en el país y esta cantidad se destina el mercado exterior en lugar de al consumo interno, la ganancia aumentará un 80%. Considerando que medidas de control de la oferta tienen efectos positivos sobre el ingreso y ganancia del productor se recomienda contraer la oferta de pepino en el mercado interno, mediante la planeación de la superficie sembrada para estabilizar los precios que se paga a los productores y crear un organismo regulador que garantice que los productores no excederán la superficie sembrada calculada para incidir en la volatilidad de precios de esta hortaliza.

**Palabras clave:** superficie sembrada, volatilidad de precios, oferta, demanda, maximización de utilidades.

# PLANNING THE PLANTED AREA TO AVOID CUCUMBER PRICE VOLATILITY IN MEXICO

Arturo Káiser Porras, M.C.  
Colegio de Postgraduados, 2023

## ABSTRACT

The present research was divided into two chapters. The objective of the first chapter was to address the low prices of cucumbers in Michoacán, which occur during the months of highest supply and which put incomes and profits of producers at risk, by early or later sowings to coincide with periods of higher rural prices. The objective of the second chapter was to analyze supply control measures for cucumbers in Mexico, that allow to face price volatility in the market. Different methodologies were used for data analysis in both chapters: in the first, income, cost, and profit were calculated under scenarios of early, medium, and late plantings; in the second, monthly data from 2020 was used to obtain the solution of a programming model that analyzes the effects of implementing different supply control measures on the income and profit of cucumber producers. The main results of the first article were that producers in Michoacán had losses in 2020 that are reflected in the benefit-cost ratio whose observed value was 0.98, while applying early and late plantings, this indicator showed improvements of around 1.01 and 1.05 respectively. The main results of the second article were that, by applying a programming model to maximize the profit of cucumber producers in Mexico, it is necessary to apply supply control measures for domestic consumption, through the planning of the planted area; for example, if 37 thousand tons of cucumber supply in the country is reduced and this amount is destined for the export market instead of domestic consumption, the profit will increase by 80%. Considering that supply control measures have positive effects on the income and profit of the producer, it is recommended to reduce the supply of cucumbers in the domestic market, through the planning of the planted area to stabilize the prices paid to producers and to create a regulatory organization that guarantees that producers will not exceed the calculated planted area to influence the volatility of prices of this vegetable.

**Keywords:** sowed surface, price volatility, supply, demand, utility maximization.

## **DEDICATORIA**

A Dios por la salud y oportunidad brindadas.

A mi esposa y compañera, por haber puesto su vida para edificar una familia integra y con valores sociales. A mis tres hijos, por darme la motivación y alegría de salir adelante en mis estudios. Y a mi madre, por invertir su existencia para ver a sus hijos crecer y desarrollarse como personas de bien e independientes, que contribuyan con quienes les rodean.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado para la realización de mis estudios de Maestría.

Al Colegio de Postgraduados, campus Montecillo (CP), y al posgrado de Socioeconomía, Estadística e Informática, en especial al programa de Economía, por su contribución a mi formación profesional.

A mi consejo particular, por aceptarme y guiarme en el proceso de investigación.

Instituciones orgullosamente públicas y personas destacadas que son ejemplo de lo que México puede lograr.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT .....	iv
LISTA DE CUADROS .....	viii
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	9
CAPÍTULO I. EFECTOS DE LAS SIEMBRAS TEMPRANAS Y TARDÍAS SOBRE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE PEPINO EN MICHOACÁN.....	13
1.1 RESUMEN .....	13
1.2 ABSTRACT .....	14
1.3 INTRODUCCIÓN .....	15
1.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	22
1.6 CONCLUSIONES .....	29
CAPÍTULO II. PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA PARA EVITAR LA VOLATILIDAD DE PRECIOS DE PEPINO EN MÉXICO .....	30
2.1 RESUMEN .....	30
2.2 ABSTRACT .....	31
2.3 INTRODUCCIÓN .....	32
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS .....	35
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
2.6 CONCLUSIONES .....	46
CONCLUSIONES GENERALES.....	47
RECOMENDACIONES GENERALES .....	49
LITERATURA CITADA.....	50

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.1</b> Épocas de trasplante y cosecha del pepino en el estado de Michoacán.....	20
<b>Cuadro 1.2</b> Ingreso y ganancias de la producción de pepino en Michoacán en 2020. ....	23
<b>Cuadro 1.3</b> Ingreso y ganancia de la producción de pepino en Michoacán en un escenario de siembras tempranas. ....	24
<b>Cuadro 1.4</b> Ingreso y ganancia de la producción de pepino en Michoacán en un escenario de siembras tardías. ....	28
<b>Cuadro 2.1</b> Ingresos y ganancia de la producción para consumo interno de pepino en México, 2020. ....	40
<b>Cuadro 2.2</b> Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 1. ....	42
<b>Cuadro 2.3</b> Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 2. ....	43
<b>Cuadro 2.4</b> Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 3. ....	44

## INTRODUCCIÓN GENERAL

### Antecedentes

Como alimento, el pepino es una hortaliza cuyo consumo es bajo en calorías y aporta tanto minerales como antioxidantes al ser humano. El consumo en fresco, puede ser parte de ensalada, jugo o incluso comerse crudo; encurtido, en forma de pepinillos; adicionalmente se usa en industria cosmética (PROFECO, 2020). Para la salud, los 1.9 gramos de carbohidratos que aportan cada 100 g de producto contribuyen a evitar las enfermedades coronarias y el control de la diabetes, que en México son dos de las tres causas de muertes más importantes (INEGI, 2021).

En cuanto a lo económico, la producción en México del año 2020 fue de 1 millón 160 mil toneladas, con un valor, para los productores de 7,692 millones de pesos (SIACON, 2020). Del total producido, el 68.0 % de la producción se exportó a los EE.UU., alcanzando las 789 mil toneladas (SIAVI, 2020). En el plano internacional, México es el mayor exportador de pepino del continente americano, con exportaciones por 809 mil toneladas anuales (FAO, 2020). El consumo interno representa el 32.0 % de la producción nacional, 371 mil toneladas anuales. Los estados que más contribuyen a la producción nacional son: Sinaloa, Sonora, Morelos y Michoacán, con el 60.3 % del total de la producción (SIAP, 2021). Este último produjo 65 mil toneladas en 2020 generando un valor de 289.7 millones de pesos para las 970 familias que se dedican al cultivo de pepino en el estado de Michoacán.

Para el productor agrícola, en México, la volatilidad de precios causados por el exceso de oferta y por la estacionalidad disminuye sus ingresos y ganancias provenientes del pepino, incluso, pérdidas económicas que desalientan al sector primario. El caso del pepino, comercializado para consumo interno en el año 2020, no fue la excepción, ya que la ganancia unitaria mensual mínima y máxima fue de 497 y 2,862 pesos por tonelada, en los meses de septiembre y enero respectivamente (SIAP, 2020); acercándose, en algunos casos, como el de Michoacán, al punto de equilibrio. En este sentido, los productores michoacanos perdieron 2,201 pesos por cada tonelada comercializada en el mes de marzo, en tanto que, al mes siguiente, en abril, tuvieron

ganancias por 1,774 pesos por tonelada, evidenciando el riesgo que enfrentan los agricultores, de ese estado, por estacionalidad (SIAP, 2022).

Esta volatilidad no es exclusiva de México, los dos socios comerciales en el T-MEC han enfrentado este problema con políticas en favor de los productores. Por ejemplo, de acuerdo con la Agricultural Marketing Service, desde el año 1937, los EE.UU. de América, enfrentan este problema con las Órdenes de Mercadeo, que controlan la oferta de productos agrícolas con el objetivo de estabilizar los precios en favor de productores, intermediarios y consumidores (AMS, 2022). Por su lado, Canadá otorga transferencias a aquellos productores que, al comercializar sus cosechas, no obtienen el precio objetivo por su producción; a cambio, el estado les obliga a no saturar el mercado de producto, mediante el control de las siembras, (Colomé, 2010).

Al respecto, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2010), estableció que, la volatilidad de precios en productos agrícolas es causada por la fluctuación impredecible de la cantidad que se oferta en el mercado. En el caso específico del pepino en México, siendo un producto casi homogéneo y comercializado en un mercado de competencia perfecta, es también afectado por la oferta y demanda en cuanto al precio, que se acentúa por la estacionalidad. Es por ello que, se hace necesario analizar las diferentes estrategias para enfrentar esta circunstancia.

### **Planteamiento del problema**

Los mercados agrícolas en México presentan el problema de volatilidad de precios, y el pepino no es la excepción, este problema queda claro cuando se observan los precios promedio al mayoreo; en mayo de 2020, dicho precio fue de 11.2 pesos por kilogramo, en tanto que dos meses antes, en marzo, fue de 17.8 pesos por kilogramo, con una diferencia de 6.6 pesos, lo que representa el 59 % con respecto al valor mínimo. El mismo rango se observa en las diferentes ciudades de la República Mexicana. En el caso de la Ciudad de México, en el mes de mayo, se presentó un precio de 4.7 pesos por kilogramo, mientras que, en el mes de septiembre, en Quintana Roo fue de 36.0

pesos por kilogramo; con un rango de 31.3 pesos por cada kilogramo de pepino vendido al mayoreo (SNIIM, 2021).

En México, por cada kilogramo de pepino producido en 2020, el productor recibe por concepto de ingreso 6.6 en promedio y su costo de producción es 3.2, por lo que, la ganancia media es de 3.4 pesos. Específicamente, en los casos de Aguascalientes y Chiapas, el precio rural que recibieron los productores fue de 2.5 y 3.0 respectivamente, ambos por debajo del costo medio de producción. Por su parte, Michoacán, que es el cuarto productor más importante de pepino en el país, presenta un precio rural y un costo de producción casi iguales, 4.4 y 4.3 cada uno (SIACON, 2020). Estos, casi nulos beneficios para los agricultores michoacanos, empeoran a causa de la estacionalidad que en el año de estudio toca los extremos en los meses de febrero y agosto, quienes participan con el 14.6 y 3.7 % del total de la producción respectivamente (SIAP, 2021), donde los precios se ajustan a la baja o al alza, dependiendo de la oferta y demanda del mercado.

## **Objetivos**

El objetivo general de la presente investigación fue dar recomendaciones de política relativas al control de la producción con la finalidad de enfrentar la volatilidad de precios del pepino en México. Para alcanzar el objetivo se obtuvo la solución de un modelo de programación espacial del mercado del pepino en México y se realizó un análisis de ingresos, costos y ganancias que obtiene el productor de pepino ante escenarios de siembras tempranas y tardías.

## **Objetivos específicos**

Los objetivos específicos de la investigación son:

1. Analizar el probable aumento de las ganancias para el productor de pepino en Michoacán, a través de escenarios de siembras tempranas y tardías.
2. Analizar los efectos que diferentes medidas de control de la oferta de pepino en el tiempo sobre el ingreso y ganancia de los productores de pepino en México.

## **Hipótesis**

1. Escenarios de siembras tempranas y tardías aumentaran el ingreso y la ganancia de los productores de pepino en el Estado de Michoacán.
2. Medidas de control de la oferta de pepino disminuirá la volatilidad de precios de la hortaliza aumentando el ingreso y la ganancia del productor de pepino.

# CAPÍTULO I. EFECTOS DE LAS SIEMBRAS TEMPRANAS Y TARDÍAS SOBRE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE PEPINO EN MICHOACÁN

## 1.1 RESUMEN

Antecedentes: Los bajos precios del pepino (*Cucumis sativus*) en el estado de Michoacán, durante los meses de mayor oferta de la hortaliza, disminuyen el ingreso y la ganancia del productor. Objetivo/hipótesis: Este problema se puede enfrentar adelantando o retrasando las siembras y cosechas de pepino en el ciclo de producción. Materiales y métodos. Con el objetivo de analizar cómo las siembras tempranas y tardías pueden mejorar la ganancia del productor, se calcularon los ingresos a nivel mensual, los costos, las ganancias y la relación beneficio-costo en tres escenarios. Resultados: Los resultados indican que, en escenario de siembras tempranas el ingreso y la ganancia de los productores aumentan en 10.2 y 9.2 millones de pesos respecto al nivel observado. Resultados similares se obtendrían en un escenario de siembras tardías en el cual el ingreso y ganancia de los productores aumentan en 29.2 y 20.0 millones de pesos, en relación al escenario base. Implicaciones: Existen riesgos al implementar la siembra por etapas como son las heladas y el aumento de insectos, hongos y virus. Conclusión: Por los efectos positivos, sobre el ingreso y la ganancia del productor, se recomienda la implementación de siembras tempranas o tardías en pepino y otras hortalizas ya que una mejor planeación de la producción permitirá aumentar el ingreso y la ganancia del productor.

**Palabras clave:** Siembra por etapas, siembra temprana, siembra tardía, pepino, planeación de la producción.

# EFFECTS OF EARLY AND LATE PLANTINGS ON THE PROFITABILITY OF CUCUMBER PRODUCTION IN MICHOACAN

## 1.2 ABSTRACT

Background: The cucumber's low prices (*Cucumis sativus*) in Michoacán state, during the months of vegetables greatest supply, decrease the income and the profit of the producer. Objective / hypothesis: This problem can be faced by advancing or delaying cucumber sowings and harvests at the production cycle. Methods of data collection: With the objective of analyzing how early and late sowings can improve the producer's profit, so monthly income, costs, profits and the benefit-cost ratio were calculated in three scenarios. Results: The results indicate that, in the early planting scenario, income and profit of the producers would increase by 10.2 and 9.2 million pesos with respect to observed level in a early planting situation. Similar results would be obtained in a late planting scenario in which income and profit of the producers would increase by 29.2 and 20.0 million pesos, in relation to base scenario. Implications: There are risks when implementing planting in stages such as frost and increasing number of insects, fungi and viruses. Conclusion: Due to the positive effects on the producer's income and profit, the implementation of early or late sowings in cucumber and other vegetables is recommended, since better production planning will increase the producer's income and profit.

**Keywords:** Sowing by stages, early sowing, late sowing, cucumber, planning production.

### 1.3 INTRODUCCIÓN

El pepino es una de las hortalizas más importantes en el comercio exterior de México; en 2020, el país fue el mayor exportador de pepino del continente americano con un total anual de 809 mil toneladas (FAO, 2020). Algunos estados productores de pepino, como Sinaloa, Sonora y Michoacán, destinan su producción a los mercados norteamericanos y otros estados ubicados geográficamente en el Centro y Sur del país destinan su producción al mercado interno.

Solo detrás de Sinaloa, Sonora y Morelos, el estado de Michoacán es el cuarto productor de pepino en México (SIAP, 2021). Datos de la Secretaría de Agricultura, y Desarrollo Rural de Michoacán (SADER, 2018), indican que el pepino producido en ese estado es, casi en su totalidad, para el consumo interno. En 2021, Michoacán contribuyó con el 17.1 % del mercado nacional, aunque existen productores en el estado que han comenzado a realizar exportaciones al mercado de los EE.UU. bajo un esquema de economía solidaria (Martínez-Mendoza, 2021).

En 2020, la producción de pepino en Michoacán fue de 64.9 mil toneladas; año atípico para la cosecha y comercialización de pepino, ya que dicha producción fue la menor de las registradas en el periodo 2016-2020, las cuales en el resto de los años fueron mayores a las 95 mil toneladas (SIACON, 2020). La caída de la producción afectó negativamente a las 970 familias productoras de esta hortaliza, de las cuales 13.4% son encabezadas por mujeres (SENASICA, 2021).

Igual que la mayoría de los productos hortícolas y frutícolas de México, el pepino presenta el problema de volatilidad temporal de los precios. La caída de los precios es consecuencia de los factores que se mencionan a continuación. El primero es la estacionalidad de la producción (Tomek & Kaiser, 2014; Martínez-Jiménez y García-Salazar, 2020). Debido a que la producción depende de condiciones biológicas y climáticas, la producción de pepino suele concentrarse en los meses de cosecha originando excesos de oferta temporales. Por ejemplo, en enero se obtuvo la mayor cosecha de pepino con 12 mil toneladas (SIAP, 2022), y el precio al productor observado en ese mes fue de 3.5 mil pesos por tonelada, el más bajo registrado en

2020 (SIACON, 2020). Bajos precios son negativos para el productor porque disminuyen su ingreso y ganancias, provocando pérdida de competitividad de la actividad agrícola e incluso pérdidas económicas.

La volatilidad en los precios del pepino implica que en algunos meses se presenten precios altos, derivados de la escasez del producto; por ejemplo, el precio al productor del pepino alcanzó los 6.5 mil pesos por tonelada en abril, mes en el cual, la producción apenas fue de 3.0 mil toneladas (Cuadro 1.2). Altos precios del pepino son negativos para el consumidor, agente que tiene que pagar un precio más alto; incluso es perjudicial para los agentes intermediarios, quienes pueden ver afectadas sus ganancias al no vender todos sus inventarios, a causa de la contracción de la demanda.

Otro factor que explica la caída de los precios del pepino está relacionado con que las hortalizas son perecederas, lo cual imposibilita el almacenamiento por un periodo de tiempo prolongado. A diferencia de los granos que se pueden almacenar por largos periodos de tiempo, las hortalizas no se pueden almacenar y en caso de que el consumo se realice en fresco, debe realizarse poco tiempo después de cosechado el producto. La imposibilidad del almacenamiento le resta poder de negociación al productor al momento de la venta pues éste tiene la urgencia de vender el producto por su rápido deterioro; en consecuencia, el productor que es un tomador de precios, no le queda más opción que recibir un precio bajo.

Un tercer factor es la atomización de la producción de pepino. En el caso de Michoacán existen 970 productores agrícolas dedicados a la actividad, lo que determina una alta dispersión geográfica de los casi mil productores y un bajo poder al momento de negociar el precio; usualmente los productores de pepino son tomadores de precio y reciben el precio de los intermediarios que tienen los medios de transporte para llevar a cabo la comercialización del producto.

La relación inversa entre la producción y el precio, acentúa la problemática que viven las familias que cultivan esta hortaliza en el estado de Michoacán. El costo de producción de pepino puede llegar a los 105.0 mil pesos por hectárea (Ramírez-

Abarca, 2021) y el rendimiento promedio obtenido en el estado de Michoacán es de 13.9 toneladas por hectárea (SIAP, 2021). Los datos anteriores indican que el costo de producción por tonelada puede llegar a los 7.6 mil pesos por hectárea, notoriamente superior al precio registrado en algunos de meses de la cosecha.

La caída estacional de precios causada por el exceso de oferta en los meses de más producción en hortalizas, es un fenómeno que se ha manifestado en muchos países productores en los últimos tiempos, según la FAO. ¿Cómo se ha enfrentado la caída estacional de los precios en los países integrantes del Tratado Comercial entre México, EE.UU. y Canadá (T-MEC)? En el caso de los EE.UU., a través de su Servicio de Mercadeo Agrícola (AMS), que depende del Departamento de Agricultura (USDA), se maneja una política de órdenes de mercadeo desde 1937, la cual está enfocada en ordenar los mercados de hortalizas, frutas y cultivos especiales, mediante la supervisión y regulación de los acuerdos comerciales, que garantizan buenas prácticas comerciales, propiciando mercados fuertes y competitivos, para disminuir la variabilidad de los precios en beneficio de los productores, comerciantes y consumidores; incluso, los programas de productos básicos de este organismo, están a cargo de investigaciones del sector, promoción y compra de materias primas y fiscalización de los acuerdos de comercialización y pedidos (AMS, 2022).

En tanto que, en Canadá, el gobierno paga al productor una compensación en caso de que, el precio de mercado de su producto no alcance el objetivo; a cambio, solicita que el agricultor no siembre cuando el mercado esté saturado (Colomé, 2010). Mientras que en México, la oferta excesiva de productos agrícolas y la disminución de los precios causadas por la estacionalidad estuvo a cargo de la Confederación Nacional de Productores de Hortalizas (CNPH) hasta principios de la década de los 90s. Esta organización incluía un departamento de estudios económicos que se encargaba anualmente de analizar las más relevantes frutas y hortalizas, así como las necesidades futuras del mercado externo; enseguida, apoyados en los resultados, de común acuerdo con la Secretaría de Agricultura, se programaba la superficie a sembrar para cada estado, que cubriera las expectativas del mercado y, finalmente, daba certificados que permitían a los productores cierta superficie autorizada para sembrar.

Para realizar exportaciones, era requisito indispensable presentar los documentos generados por la CNPH, por parte del productor o comercializador, evitando así saturar el mercado objetivo y con ello aumentar los ingresos de los productores mexicanos (Ramírez Barraza, 2015). Actualmente en México no existe una política similar a la practicada en los Estados Unidos y Canadá.

Si la volatilidad de los precios del pepino en el estado de Michoacán es consecuencia de la estacionalidad de la producción en relación a la distribución temporal uniforme del consumo, entonces el problema se puede enfrentar “moviendo” la producción en el tiempo; las siembras tempranas y tardías pueden evitar los excesos de oferta temporales que suelen concentrarse en algunos meses. Una producción más sincronizada con el consumo, que es más uniforme en el tiempo, evitará los excesos de oferta temporales y la caída estacional de los precios.

El objetivo de las siembras tempranas y tardías sería el aumento del ingreso de los productores de pepino; sin embargo, la implementación de tales prácticas origina ciertos riesgos. La práctica de siembras tempranas origina el riesgo de la presencia de heladas que afectarían el nivel de rendimiento obtenido por hectárea o la calidad del producto si la temperatura ambiente desciende de 10°C. De manera similar, las siembras tardías originarían que el productor enfrentara el riesgo de la presencia de plagas y enfermedades como la mosquita blanca y el virus CYSDV que afectan a las cucurbitáceas (Chew Madinaveitia, 2009), igual que el caso anterior, el nivel de rendimiento disminuiría y con ello la producción.

Considerando la importancia de problema que se ha presentado, el objetivo de la presente investigación fue analizar los efectos que tendrían las siembras tempranas y tardías sobre el precio, el ingreso y la ganancia de los productores de pepino. La hipótesis de la investigación establece que las siembras tempranas y tardías mejorarán los ingresos y las ganancias de los productores de pepino en el estado de Michoacán.

## 1.4 MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo de la investigación se calculó el ingreso, el costo y la ganancia obtenida por el productor en diferentes escenarios que consideran siembras tempranas y tardías. Incluyendo  $t$  meses en los cuales se puede obtener la producción de pepino, los indicadores señalados se calcularon de la siguiente manera:

$$ING_t = QPP_t * PP_t \quad 1)$$

$$CP_t = \sum_{i=1}^I [X_{it} * PI_{it}] \quad 2)$$

$$G_t = ING_t - CP_t \quad 3)$$

$$GU_t = \frac{G_t}{QPP_t} \quad 4)$$

$$RBC_t = \frac{G_t}{CP_t} \quad 5)$$

Donde  $G$  es la ganancia total de todo el ciclo de producción;  $ING_t$  es el ingreso obtenido en el mes  $t$ ,  $QPP_t$  es la cantidad de pepino producida en Michoacán en el mes  $t$ ,  $PP_t$  es el precio medio rural del pepino en el mes  $t$ ,  $CP_t$  es el costo el costo de producción en el mes  $t$ ,  $X_{it}$  es la cantidad usada del insumo  $i$  en el proceso de producción del pepino;  $PI_{it}$  es el precio del insumo  $i$ ;  $G_t$  es la ganancia obtenida en el mes  $t$ ,  $GU_t$  es la ganancia unitaria en el mes  $t$  y;  $RBC_t$  es la utilidad por cada peso invertido en la siembra de pepino en el estado de Michoacán en cualquier periodo del 2020.

El ingreso por concepto de ventas (Ecuación 1) se obtiene al multiplicar la cantidad producida que será vendida por el precio rural promedio del pepino. Los costos de producción (Ecuación 2) se obtienen sumando los costos parciales que se obtienen al multiplicar la cantidad usada de cada uno de los insumos usados en la producción de pepino por el precio de cada insumo. La ganancia mensual (Ecuación 3) se obtiene

descontando los costos de producción a los ingresos por las ventas de lo producido. La ganancia unitaria (Ecuación 4) se obtiene al dividir la ganancia total mensual entre la producción de cada mes. Finalmente, a través de la Ecuación 5 se obtiene la relación beneficio costo en cada uno de los meses en que se realiza la venta del pepino.

Para alcanzar el objetivo de la investigación se calculó el ingreso y la ganancia bajos los siguientes tres escenarios: a) El primero, consideró las siembras medias; b) El segundo, estimó las siembras tempranas y; c) El tercero, examinó las siembras tardías. Las siembras y cosechas tempranas, medias y tardías en el tiempo, se presentan en el Cuadro 1.1.

**Cuadro 1.1** Épocas de trasplante y cosecha del pepino en el estado de Michoacán.

Ciclo	Meses											
Ciclo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Siembras en PV				TTe	TTe	TMe	TMe		TTa	TTa		
Cosechas en PV						CTe	CTe	CMe	CMe			
Siembras en OI	TMe	TTa	TTa							CTa	CTa	TMe
Cosechas en OI	CTe	CMe	CMe	CTa	CTa							CTe

T=trasplante; C=cosecha (C); Te=temprano; Me=medio; Ta=Tardío.  
Fuente: Elaboración propia con datos del calendario agrícola del SADER (2022).

Entre la siembra y la cosecha de pepino hay un mes y medio (García Pérez, 2000), o dos meses; por lo cual, la recolección de los primeros frutos se hará entre los 48 y 60 días, a partir del trasplante. Por otro lado, el calendario del año agrícola mexicano divide en dos ciclos la producción de esta hortaliza (SIAP, 2021). En el Ciclo Otoño-Invierno (OI), el trasplante comienza en octubre y noviembre y la cosecha temprana en diciembre y enero, mientras que, en el ciclo Primavera-Verano (PV) la siembra en abril y mayo y la recolección temprana en junio y julio. La realización del trasplante y de la cosecha temprana, media y tardía, en los diferentes meses del año calendario, se presentan en el Cuadro 1.1.

La información necesaria para obtener los indicadores anteriores, se obtuvo de las fuentes que se mencionan a continuación. La producción de pepino en el estado de Michoacán en 2020 se obtuvo del SIACON (2020). Los precios rurales del pepino se obtuvieron del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta para el Estado de Michoacán (SIACON, 2020). El costo de producción de pepino por hectárea se calculó usando el rendimiento mensual reportado en los Avances de Siembras y Cosechas (SIAP, 2021) y el costo de producción por hectárea obtenido de Ramírez Abarca (2021).

Para este estudio se tomó el calendario agrícola reportado por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2022), donde las siembras del Ciclo Otoño-invierno van de octubre a marzo del siguiente año, y las cosechas inician en diciembre y concluyen en septiembre del siguiente año; mientras que, las siembras del Ciclo Primavera-verano se dan de abril a septiembre y las cosechas de junio a marzo del siguiente año.

## 1.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Siembras medias

Los resultados de la investigación, considerando las siembras y cosechas medias, se presentan en el Cuadro 1.2. En 2020, la producción anual de pepino en Michoacán fue de 65.0 mil toneladas. En el tiempo, se observa una marcada estacionalidad ya que la producción mensual osciló de 2.3 a 12.0 mil toneladas como valores mínimos y máximos en los meses de diciembre y enero, respectivamente.

El precio promedio registrado en el año se ubicó en 4,457 pesos por tonelada, aunque la estacionalidad de la producción tuvo efectos sobre el comportamiento del precio, el cual fluctuó en un rango de 3,476 a 6,460 pesos por tonelada. Los meses de marzo, abril, mayo y junio, presentan precios mayores al promedio. Mientras que en los meses de enero, julio, agosto, noviembre y diciembre se registraron los menores precios (Cuadro 1.2).

En el año señalado, el ingreso de los productores fue de 280.9 millones de pesos y los costos para producir la cosecha ascendieron a 287.4 millones de pesos, lo que generó una pérdida de 6.5 millones de pesos en 2020. Debido a que el ingreso depende del comportamiento de la producción y del precio, se observa una fuerte variación en los ingresos con un mínimo de 9.0 millones de pesos el mes de diciembre, y con un máximo de 41.8 millones de pesos en enero. El beneficio económico del productor también experimentó una fuerte variación oscilando en un rango que va de -16.4 a 5.7 millones de pesos entre los meses de marzo y septiembre, respectivamente (Cuadro 1.2).

Los resultados de la investigación indican que la actividad de pepino en la entidad generó pérdidas, la Relación Beneficio-Costo (RBC) mensual promedio fue de 0.98, lo cual indica que por cada 100 pesos invertido se perdieron dos pesos.

**Cuadro 1.2** Ingreso y ganancias de la producción de pepino en Michoacán en 2020.

Mes	Producción	Precio	Ingreso	Costo	Ganancia		RBC
	miles ton	\$ por ton	millones \$	millones \$	total	unitaria	
Enero	12.0	3,476	41.8	43.6	-1.72	-143	0.96
Febrero	9.5	4,118	39.3	34.3	5.00	523	1.15
Marzo	7.4	5,351	39.8	56.2	-16.38	-2,201	0.71
Abril	3.0	6,460	19.5	14.2	5.36	1,774	1.38
Mayo	3.2	5,597	18.2	14.4	3.79	1,168	1.26
Junio	4.0	4,643	18.3	17.3	1.07	270	1.06
Julio	4.6	3,689	17.0	19.9	-2.98	-648	0.85
Agosto	4.1	3,775	15.6	18.0	-2.33	-562	0.87
Sept.	5.3	4,028	21.4	15.7	5.69	1,071	1.36
Oct.	6.1	4,656	28.3	27.8	0.56	93	1.02
Nov.	3.3	3,760	12.5	16.1	-3.58	-1,077	0.78
Dic.	2.3	3,936	9.0	10.0	-1.00	-438	0.90
Total	65.0	4,457	280.9	287.4	-6.52	-100	0.98

Fuente: Elaboración propia con los resultados del Escenario 1.

### Siembras tempranas

Las siembras por etapas, en especial las tempranas, permiten optimizar el número de plantas cosechadas (Dejoux, 2003), maximizando con ello la producción; siempre y cuando se tenga control sobre la cantidad de agua, las barreras físicas y los nutrientes de la tierra, que recibirá la hortaliza. El efecto, sobre la ganancia del productor al implementar siembras tempranas, se presenta en el Cuadro 1.3. El escenario consideró la misma producción anual de pepino en Michoacán de 65.0 mil toneladas, pero distribuida mensualmente de manera distinta. Se consideró el mismo precio medio rural promedio; debido a que, Michoacán solo contribuye con el 5.5% de la producción nacional, por lo cual, los cambios realizados en la distribución de la producción no inciden en la variabilidad de precios nacionales.

Los cambios de la distribución de la producción en el tiempo se pueden resumir de la siguiente manera: Para aprovechar los precios altos del cuarto, quinto y sexto periodos, a) la producción de abril se incrementa en 2.4 mil toneladas, que provienen de adelantar un porcentaje de la producción de mayo y junio, que equivale a 1/3 de cada una de ellas; b) Mayo tiene un crecimiento de 1.8 mil toneladas, que se compone del

adelanto de 1/3 de la siembra de los meses de junio y julio respectivamente; c) La producción de junio aumenta en 0.2 mil toneladas al incluir 1/3 de la cosecha adelantada de los periodos julio y agosto. Al aplicar las siembras tempranas, la producción de abril, mayo y junio queda en 5.4, 5.0 y 4.2 mil toneladas, respectivamente. Estos incrementos, en la cantidad cosechada, para acceder a mejores precios son alcanzados, al adelantar parte de las siembras para que sean realizadas en marzo del ciclo otoño-invierno, como en abril y mayo, de primavera-verano (Cuadro 1.3).

Los resultados de del escenario de siembras tempranas se pueden resumir de la siguiente manera: a) El ingreso del productor aumenta de 280.9 a 291.0 millones de pesos, en relación al nivel observado en el escenario de siembras medias; b) La ganancia total también aumentó de -6.5 a 2.6 millones de pesos, respectivamente; c) La ganancia obtenida por tonelada aumentó de -100 a 41 pesos por tonelada, lo cual deja de manifiesto los beneficios de la implementación de las siembras tempranas y; d) La relación beneficio costo aumentó de 0.98 a 1.01, lo cual indica que de cada 100 pesos que se invierten se obtiene un peso de ganancia.

**Cuadro 1.3** Ingreso y ganancia de la producción de pepino en Michoacán en un escenario de siembras tempranas.

Mes	Producción miles ton	Precio \$ por ton	Ingreso	Costo	Ganancia		RBC
					total millones \$	unitaria \$ por ton	
Enero	12.0	3,476	41.8	43.6	-1.72	-143	0.96
Febrero	9.5	4,118	39.3	34.3	5.00	523	1.15
Marzo	7.4	5,351	39.8	56.2	-16.38	-2,201	0.71
Abril	5.4	6,460	35.0	25.4	9.62	1,774	1.38
Mayo	5.0	5,597	28.0	22.2	5.85	1,168	1.26
Junio	4.2	4,643	19.6	18.5	1.14	270	1.06
Julio	1.5	3,689	5.7	6.6	-0.99	-648	0.85
Agosto	2.8	3,775	10.4	12.0	-1.55	-562	0.87
Sept.	5.3	4,028	21.4	15.7	5.69	1,071	1.36
Oct.	6.1	4,656	28.3	27.8	0.56	93	1.02
Nov.	3.3	3,760	12.5	16.1	-3.58	-1,077	0.78
Dic.	2.3	3,936	9.0	10.0	-1.00	-438	0.90
<b>Total</b>	<b>65.0</b>	<b>4,457</b>	<b>291.0</b>	<b>288.4</b>	<b>2.64</b>	<b>41</b>	<b>1.01</b>

Fuente: Elaboración propia con los resultados del Escenario 2.

## Siembras tardías

Las siembras tardías del ciclo otoño-invierno se realizan en los meses de febrero y marzo, lo que permite ajustar los tiempos de la cosecha para que coincidan con los meses que presentan mayores precios rurales, que son abril y mayo, (Cuadro 1.1). Por lo tanto, retrasar parte de las siembras de enero a mayo permite beneficiarse de los precios más altos observados en 2020. Los cambios en la estacionalidad de la producción se pueden resumir de la siguiente manera: a) La producción de enero se redujo hasta una tercera parte de la observada en el escenario base, pasando de 12.0 a 4.0 mil de toneladas; b) En febrero solo se consideró el 50 % de la observada en el escenario base, lo cual indica que la oferta disminuyó de 9.5 a 4.8 mil de toneladas; c) La producción de marzo disminuyó de 7.4 a 6.5 mil toneladas a pesar de incluir 1/3 de la producción de abril; d) El caso de abril pasa de 3.0 a 9.9 mil toneladas, incorporando 1/3 de los periodos de enero y marzo y 1/4 de la producción de febrero; e) Mayo tuvo una mejoría de 3.2 a 9.0 mil toneladas, al aprovechar 1/4, 1/3, y 2/3 de la producción de febrero, marzo y abril, respectivamente. El último mes, con variaciones, es junio que, incluye 1/3 de mayo, cuyo monto pasa de 4.0 a 5.0 mil toneladas.

Los resultados obtenidos con el escenario de siembras tardías son los siguientes: a) El ingreso pasó de 280.9 a 310.1 millones de pesos, lo que representa un crecimiento del 10.4 %, respecto al observado en el escenario base; b) La ganancia total aumenta en 20.0 millones de pesos pasando de -6.5 a 13.5 millones de pesos; d) La ganancia unitaria aumenta de -100 a 207 pesos por tonelada, muy superior a la observada en el escenario de siembras tempranas, (Cuadro 1.4). La relación Beneficio-Costo mejora y se ubica en 1.05, que significa que al invertir 100, se tiene una utilidad de 5 pesos.

Los resultados obtenidos en los dos escenarios son similares a los obtenidos por otros autores. En el estudio de Espinoza-Arellano (2019) se encontró que, en siembras tempranas y tardías de melón en el año 2016, la rentabilidad fue mayor que en las medias, esto al hacer coincidir las cosechas con los periodos de precios altos que, en este caso, fueron septiembre y octubre. Por otro lado, Grijalva Contreras (2011) concluye que, retrasar las siembras se puede producir pepino desde noviembre y hasta

mayo, fechas que coinciden, en el año 2020, con los meses de mayor precio al productor, marzo, abril y mayo.

Las siembras tempranas y tardías permiten enfrentar la volatilidad de los precios del pepino; sin embargo, tales prácticas implican ciertos riesgos. Las siembras y cosechas tempranas del Ciclo Otoño-Invierno ofrecen la posibilidad de acceder a mejores precios al productor de pepino, conllevan el riesgo de heladas (Daza *et al.*, 2001; Espinoza-Arellano, 2019) por presentarse en el periodo que va de noviembre a finales de enero (Cuadro 1.1).

Bielinski (2010), en respuesta a la demanda de los consumidores que requieren productos hortícolas de alta calidad en todo tiempo, la protección de cultivos es una necesidad moderna para el invierno y otros riesgos de la agricultura. Obtener condiciones artificiales de microclima permite alterar condiciones como, radiación solar, temperatura, viento, humedad y suelo, con el propósito de brindar protección de heladas, velocidad del viento y extender los ciclos de cultivo, promover la precocidad (adelanto de la cosecha), entre otras.

Por otro lado, el inconveniente de las siembras tardías del Ciclo Primavera-Verano y cosechas tardías del Ciclo Otoño-Invierno tienen que ver con las temperaturas altas que son propicias para insectos, hongos y virus (Ramírez *et al.*, 2002; Espinoza-Arellano, 2019) pues tienen lugar en verano y primavera respectivamente (Cuadro 1.1).

De acuerdo con Arias & Fuentes (2012), el aspecto fitosanitario tiene una alta incidencia en la producción de pepino ya que hongos, bacterias, virus, plasmodios, arvenses e insectos pueden dañar el cultivo, especialmente dado en siembras tardías. Los organismos vivos atacan la planta, al utilizarla como medio de reproducción o alimento, afectando su desarrollo. Para enfrentar este problema es importante monitorear el cultivo para establecer el manejo integrado de plagas (MIP); como puede ser, la rotación del pepino con el pimentón. El pepino también se ve afectado por microorganismos responsables de enfermedades que afecta la calidad de la producción, que perjudican hojas, sistema vascular, raíces y fruto. Para el manejo de plagas y enfermedades se debe adoptar una lógica de integridad del cultivo de pepino

para que, al implementar una medida, esta contribuya, indirectamente, a solucionar otra problemática ya que es fundamental que el control fitosanitario debe contemplarse como una unidad de protección simultánea, en la que se incluye la reducción del impacto ambiental y la sostenibilidad del agroecosistema.

Como en otros países, es necesario que en México se organicen los productores agrícolas en un organismo regulador, para enfrentar la variabilidad de precios de sus productos en los diferentes periodos del año. Cuyas funciones sean, realizar estudios económicos que investiguen los volúmenes que satisfagan a los consumidores nacionales y externos de lo producido en el país; en consecuencia y basados en la información encontrada, sean asignadas cantidades de superficie a sembrar que cubran la necesidad de los clientes de pepino, sin saturar el mercado de producto. En conjunto con la autoridad agrícola, (Secretaría de Agricultura), sean emitidos documentos que permitan a los productores sembrar cuotas que cumplan los pronósticos establecidos de mercado para disfrutar de precios justos por su cosecha. El cumplimiento de estas regulaciones, otorgarán el derecho a participar en los planes del siguiente ciclo productivo.

Esta organización deberá incluir expertos y académicos especializados en los diferentes productos a estudiar para realizar investigaciones económicas que fomenten el ordenamiento del mercado agrícola en nuestro país; así como, administrar los recursos económicos para su operación que provendrán principalmente de los servicios dados y en su caso del presupuesto gubernamental. Ella actuará como entidad agrícola-económica regulatoria para ordenar el mercado de productos de la tierra, entre ellos el pepino, con el objetivo de controlar la oferta de productos en periodos de abundancia y promover tecnologías, la siembra por etapas, que permitan poner al alcance de los consumidores alimentos de buena calidad a lo largo de todo el año.

**Cuadro 1.4** Ingreso y ganancia de la producción de pepino en Michoacán en un escenario de siembras tardías.

Mes	Producción	Precio	Ingreso	Costo	Ganancia		RBC
					total	unitaria	
					millones \$	\$ por ton	
	miles ton	\$ por ton					
Enero	4.0	3,476	13.9	14.5	-0.57	-143	0.96
Febrero	4.8	4,118	19.7	17.2	2.50	523	1.15
Marzo	6.5	5,351	34.7	49.0	-14.29	-2,201	0.71
Abril	9.9	6,460	63.9	46.3	17.54	1,774	1.38
Mayo	9.0	5,597	50.6	40.1	10.56	1,168	1.26
Junio	5.0	4,643	23.4	22.0	1.36	270	1.06
Julio	4.6	3,689	17.0	19.9	-2.98	-648	0.85
Agosto	4.1	3,775	15.6	18.0	-2.33	-562	0.87
Sept.	5.3	4,028	21.4	15.7	5.69	1,071	1.36
Oct.	6.1	4,656	28.3	27.8	0.56	93	1.02
Nov.	3.3	3,760	12.5	16.1	-3.58	-1,077	0.78
Dic.	2.3	3,936	9.0	10.0	-1.00	-438	0.90
Total	65.0	4,457	310.1	296.6	13.47	207	1.05

Fuente: Elaboración propia con los resultados del Escenario 2.

## 1.6 CONCLUSIONES

El análisis de ingresos y costos a nivel mensual en la producción de pepino en el Estado de Michoacán indican que, la estacionalidad, que provoca excesos de oferta temporales, no permite que la producción de pepino sea rentable en algunos meses. La volatilidad de precios se puede enfrentar a través de las siembras tardías y tempranas, pues tales prácticas, basadas en modificar las épocas de siembras y cosechas para aprovechar los meses en que los precios medios rurales rebasan el promedio anual, permiten al agricultor pasar de una situación de pérdidas a una situación de ganancias. En un escenario de siembras tempranas, la relación beneficio costo aumentaría de 0.98 (Cuadro 1.2) a 1.01 (Cuadro 1.3) y en un escenario de siembras tardías dicho indicador de rentabilidad se ubicaría en 1.05 (Cuadro 1.4).

De ello se deduce que, tiene más provecho el escenario de siembras tardías, puesto que, en él, los ingresos tienen un aumento del 10.4%, mientras que los costos solo un 3.2%, pasando de pérdidas, a tener ganancias del orden de 13.47 millones de pesos para la entidad, por concepto de pepino en el año 2020 y beneficiando al productor quien pasa de tener número rojos a obtener 207 pesos por cada tonelada de producto.

## **CAPÍTULO II. PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA PARA EVITAR LA VOLATILIDAD DE PRECIOS DE PEPINO EN MÉXICO**

### **2.1 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 de pepino en el año 2020, y se realizaron tres escenarios que consideran el control de la oferta y la planeación de la superficie de pepino. 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. Si se iguala la producción mensual a 49 mil toneladas, de febrero a julio, entonces la ganancia del productor llegará a 2,036 pesos por tonelada. En el caso de que Sinaloa manda 37 mil toneladas al mercado externo, obtenidas en febrero, la ganancia del productor se incrementará hasta 3,889 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:** pepino, volatilidad de precios, control de la oferta, superficie, modelo de programación.

## CHAPTER II. PLANNING THE PLANTED AREA TO AVOID CUCUMBER PRICE VOLATILITY IN MEXICO

### 2.2 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 the year 2020 was formulated, and three scenarios were carried out that consider the control of the supply and the planning of the cucumber surface. 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. If the monthly production is equal to 49,000 tons, from February to July, then the producer's profit will reach 2,036 pesos per ton. In the event that Sinaloa sends 37,000 tons to the foreign market, obtained in February, the producer's profit will increase, up to 3,889 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:** cucumber, price volatility, supply control, area, programming model.

## 2.3 INTRODUCCIÓN

El bajo contenido calórico del pepino (*Cucumis sativus*) de 1.9 g de hidratos de carbono por cada 100 g de producto (Moreiras *et al.*, 2013), lo hace una fuente nutricional idónea para el control de la diabetes y enfermedades coronarias, que son dos de las tres principales causas de muerte en México; en 2020, 151 y 218 mil personas perdieron la vida por estas causas (INEGI, 2021).

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., quedando para consumo doméstico 371 mil toneladas (SIAMI, 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 de pepino, solo después de España, quien participa con el 27.1 % de las exportaciones mundiales (OEC, 2020).

En el ámbito nacional, los productores 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 los estados de México, Morelos, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Querétaro y la Ciudad de México), la cual demandó el 26.4 % del consumo doméstico nacional.

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 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; observándose 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 4.26 pesos por kilogramo se desprende que los productores que comercializan sus cosechas en periodos de precios mínimos, no obtienen ganancia, lo que implica pérdida de capital 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 73.68 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 de los precios son las fluctuaciones impredecibles 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 controlar la volatilidad de precios en productos agrícolas; en los EE.UU. por ejemplo, desde 1937 se instrumentó la política de órdenes de mercadeo manejados por el Servicio de Mercadeo Agrícola (AMS) del Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA). 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 el precio de su hortaliza no alcanza 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, para evitar los precios bajos (Espinoza *et al.*, 2005). El principal objetivo de estas medidas de control de la superficie sembrada, era aumentar el ingreso de los productores.

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

Igual que en todos los mercados que funcionan 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 lograra con un aumento en la de 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 de los productores de pepino se incrementarán.

## 2.4 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. El modelo considera las dimensiones espaciales y temporales del mercado de pepino. Asumiendo  $t(t=1,2,3\dots T=12)$  periodos 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:

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

Sujeta a:

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

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

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

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

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

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  $i$  y que será exportado por el puerto  $e$ ;  $x_{iet}$  es la cantidad producida y enviada de  $i$  y 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 de pepino producida en  $i$  que será vendida en el mercado interno;  $xme_{it}$  es la cantidad de pepino producida en  $i$  que será vendida en el mercado externo;  $y_{jt}$  es la cantidad de pepino consumida en mercado  $j$ ;  $y_{et}$  es la cantidad de pepino que será exportada 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:

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

En la ecuación 7,  $\alpha_{ijt}$  es el intercepto de la regresión que estima el precio al mayoreo en las centrales en función de la cantidad disponible el mercado nacional;  $\beta_{ijt}$  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 ( $cp_{it}$ ).

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

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:

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

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 (CDMX, estado de México, Morelos Hidalgo Puebla, Tlaxcala y Querétaro), 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 fueron los siguientes: Laredo, Nogales, Tijuana y Veracruz.

Para alcanzar los objetivos de la investigación primero se obtuvo la solución del modelo en la situación base usando 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 oferta de pepino en el país; 2) El escenario 2 igualó la producción de pepino mensual a 48.9 mil toneladas, durante los meses de febrero a julio y; 3) Bajo el escenario 3, Sinaloa manda al mercado externo 37 mil toneladas obtenidas en febrero. 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), es por ello que no se contempló un escenario de almacenaje en esta investigación.

Para obtener la solución del modelo se obtuvo 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 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 *et al.* (2021) y el SIACON (2020).

El Consumo Nacional Aparente (CNA) de pepino se obtuvo descontando 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). Se obtuvieron datos de costos de transporte de rutas seleccionadas de comercialización de pepino a través de la realización 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 es 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 tanto para zonas productoras como para las consumidoras. Las diez ciudades 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).

## 2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 2020 la producción de pepino fue de 1,160 mil toneladas, las cuales se obtuvieron en una superficie de 15.7 mil hectáreas; el 68.0 % de la producción total (789 mil toneladas que provinieron de una superficie de 10.7 mil hectáreas), se exportó a los EE.UU. El restante 32.0 %, (371 mil toneladas obtenidas en 5.0 mil hectáreas), fueron para consumo interno (Cuadro 2.1). 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 2 millones de pesos en el mes de octubre y valores máximos de 228 millones de pesos en el mes de febrero.

**Cuadro 2.1** Ingresos y ganancia de la producción para consumo interno de pepino en México, 2020.

Mes	Producción			Superficie			Ingreso	Costos	Ganancia
	Total	Expor- tación	Consumo interno	Total	Expor- tación	Consumo interno			
	miles de toneladas			hectáreas					
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 el caso de 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 (García-Salazar *et al.*, 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 *et al.*, 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 12 meses del año (Cuadro 2.2). 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 %, en relación al ingreso observado en el escenario base. Igual comportamiento se observó en la ganancia, la cual se ubicó en 546 millones de pesos bajo el escenario.

Bajo el escenario 1, el ingreso y la ganancia del productor disminuyó de manera significativa; 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 2.2** Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 1.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia unitaria
	Base	Esc. 1	Base	Esc. 1				
	miles ton		has					
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.

El escenario 2 consideró control de la oferta a través de igualar la producción de pepino a 49 mil toneladas mensuales. En este escenario 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 2.3. 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 %.

**Cuadro 2.3** Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 2.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia unitaria
	Base	Esc. 2	Base	Esc. 2				
	miles ton		ha					
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 envía 37 mil toneladas al mercado externo en el mes de más producción (febrero), con lo que se reduce la producción 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 2.4 se observa que el ingreso anual del productor aumenta en 527 mil millones de pesos, lo que representa el 25.5 %, en relación al 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 a la ganancia en el modelo base (Cuadro 2.4). Los beneficios del escenario 3 también se observan en la ganancia unitaria. Como se puede observar en el Cuadro 2.4, la ganancia unitaria aumentaría de 1,945 a 3,889 pesos por tonelada.

**Cuadro 2.4** Ingreso y ganancia de la producción de pepino para consumo interno en el escenario 3.

Mes	Producción		Superficie		Ingreso	Costos	Ganancia	Ganancia unitaria
	Base	Esc. 3	Base	Esc. 3				
	miles ton		Has					
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 los productores es indispensable para la instrumentación conjunta de la política.

Ha quedado claro el fuerte impacto 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 provoquen 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 con la mediadas de control de la oferta 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); 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; 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 las ordenes de mercadeo (Paggi y Nicholson, 2013).

## 2.6 CONCLUSIONES

La solución del modelo de programación en el mercado de pepino en México bajo diferentes escenarios permitió determinar los beneficios que obtendría el productor de pepino si se aplicaran medidas de control de la oferta. Reducir la oferta de pepino destinada al consumo interno a través de la planeación de la superficie sembrada contribuirá a mejorar el precio que recibiría el productor, aumentando el ingreso y la ganancia. Las medidas de control de la oferta son utilizadas en otros países, incluso en décadas pasadas en México.

Una contracción en la superficie y en la producción incrementaría la ganancia unitaria del productor, debido a los efectos positivos derivados del aumento en el precio. La distribución de la producción anual de manera uniforme de febrero a julio a través del método de siembras por etapas, aumentaría el ingreso total, la ganancia total y la ganancia unitaria. De manera similar, disminuir en 37 mil toneladas el consumo doméstico de pepino en febrero y destinarlas al comercio exterior, permitiría aumentar los ingresos, la ganancia total y la ganancia unitaria por dos vías: por el aumento en el ingreso de la producción que se consume en el país, y por las ventas del pepino en el mercado internacional internacionales.

Los efectos positivos de las políticas de control de la oferta sobre el ingreso y ganancia del productor de pepino, permiten recomendar la instrumentación de estas estrategias para enfrentar la volatilidad de los precios, no solo del pepino, sino de la mayoría de las frutas y hortalizas en México. Una mejor planeación de la superficie sembrada y cosechada de pepino permitirá aumentar el poder de negociación y los beneficios económicos del productor, y tal acción requiere de la organización de los productores, ya que solo ellos pueden tomar la decisión de controlar la cantidad de hectáreas que destinarán a la producción en cada ciclo agrícola.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. El problema de volatilidad de precios origina el riesgo de que la ganancia del productor sea baja o nula; y por lo tanto, se debe regular a través del control de la producción en el tiempo.
2. En 2020, Michoacán produjo 65 mil toneladas de pepino, con ingresos anuales por 281 millones de pesos, pero con costos por 287 millones de pesos en el mismo periodo; teniendo pérdidas por alrededor de 6 millones de pesos.
3. Tanto en Michoacán, como en el resto del país, la volatilidad de precios afecta económicamente a los productores. En Michoacán, el precio más bajo del año pagado al agricultor, de 3.5 mil pesos por tonelada, se presentó en el mes con mayor cosecha, enero con 12 mil toneladas.
4. Para contrarrestar la volatilidad estacional de los precios en Michoacán se analizaron los efectos de las siembras tempranas y tardías sobre el ingreso del productor. Bajo un escenario de siembras tempranas, que contempló la misma producción observada de 65 mil toneladas, el ingreso y las ganancias del productor aumentaron en 10.2 y 9.2 millones de pesos, en relación a un escenario de siembras medias.
5. Bajo un escenario de siembras tardías mejoró la situación económica de los productores, con ingresos de 310 millones de pesos y un aumento de la ganancia de 13 millones de pesos, respecto al escenarios de siembras medias.
6. A nivel nacional se produjeron 1 millón 160 mil toneladas, de las cuales, 371 mil se comercializaron para consumo interno, lo que representa ingresos por 1,914 millones de pesos, ganancias por 721 millones de pesos y una ganancia unitaria de 1,944 pesos por tonelada.
7. A nivel nacional, el precio rural más bajo mensual, 4.8 mil pesos por tonelada, se presentó en el mes con mayor producción para consumo interno, que fue febrero con 87 mil toneladas.

8. Al restringir, a nivel nacional, la superficie mensual sembrada en un 30 %, la ganancia unitaria aumentará 157 pesos lo que representa el 8.1 % con respecto a datos observados en 2020.
9. Si en el periodo de febrero a julio la producción mensual en México se restringe hasta 49 mil toneladas y se reparten los excedentes en los meses subsecuentes, el ingreso y la ganancia aumentan 38 y 34 millones de pesos, respectivamente.
10. El escenario que presenta los mejores resultados a nivel país, es en el que, Sinaloa retira 35 mil toneladas, obtenidas en el mes de febrero, del mercado nacional y las destina al mercado externo; obteniendo así un incremento de la ganancia del orden de 577 millones de pesos en comparación con lo observado en el periodo de esta investigación. Resalta que, la ganancia unitaria pasa de 1,994 a 3,889 pesos por tonelada, lo cual es un 100 % de incremento en comparación con lo reportado por el SIAP en 2020.

## RECOMENDACIONES GENERALES

1. En el caso de los productores de pepino en Michoacán, o cualquier otro estado de la República Mexicana, pueden mejorar sus ingresos y ganancias echando mano de los beneficios de la siembra por etapas, que su fin es, aprovechar el atraso o adelanto de las cosechas para obtener mejores condiciones comerciales, en temporadas con oferta moderada de su producto; tomando en cuenta que se deben atender los riesgos climáticos y condiciones fitosanitarias, que ello conlleva.
2. Para el mercado nacional, es conveniente controlar la oferta para consumo interno, evitando así, la volatilidad de los precios pagados a los agricultores. Para ello, es necesario la organización de los productores para que, la mejora en los precios rurales no estimule a producir más cantidad de la hortaliza en los ciclos subsecuentes; es decir, la creación de un organismo concentrador y regulador de todas las políticas requeridas para dicho control del mercado, quien será el encargado de realizar los estudios para establecer la superficie a sembrar en el siguiente ciclo agrícola, determinar la participación de cada estado en cuanto a cantidades, velar para que no se rebasen los límites de las políticas establecidas y recaudar fondos para la autosuficiencia de sus actividades.

## LITERATURA CITADA

AMS, Agricultural Marketing Service. (2019). Commodities covered by marketing orders. Agricultural Marketing Service, United States Department of Agriculture. Washington, D. C.: USDA, United States Department of Agriculture. Obtenido de <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/moa/commodities>

AMS, Agricultural Marketing Service, 2022. Commodities covered by marketing orders. Agricultural Marketing Service, United States Department of Agriculture. [En línea] Available at: <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/tools-fruits-vegetables-specialty-crops>

BANXICO, B. d. (15 de marzo de 2022). Banxico Educa. Obtenido de Oferta y demanda: <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, Mayo - Agosto, Año 1 (71), pp. 27-45. Available at: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/acteconomica/article/view/3894/3729>

Espinoza Arellano, J., & et al. (2005). Situación y tendencias en las actividades de producción y comercialización del melón (*Cucumis melo* L.) en la comarca Lagunera, México. Agrofaz, 801-811. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2300062>

Espinoza-Arellano, J. d. J. y otros, 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, pp. 71-82. Available at: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-78582019000100071#B8](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582019000100071#B8)

FAO. (2010). La volatilidad de precios en los mercados agrícolas. Roma, Italia: Informes de Política. Obtenido de <https://www.fao.org/3/am053s/am053s.pdf>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020. Matriz detallada del comercio, FAOSTAT, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: <https://fenix.fao.org/faostat/internal/es/#data/TM>

García-Salazar, J., Skaggs , R., & Crawford, T. (2014). Excess Supply and Price Volatility in the Mexican Potato Market: A Decision Making Framework. Am. J. Potato Res., 291–303. doi:10.1007/s12230-013-9349-5

García-Salazar, J., Skaggs, R., & Crawford, T. (2011). Analysis of Strategic Industry Planning and Organizational Opportunities for Mexican Cantaloupe Producers. HORTSCIENCE, 46(3), 439–444. Obtenido de <https://journals.ashs.org/hortsci/downloadpdf/journals/hortsci/46/3/article-p439.xml>

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*. Vol. XXIII, Número 52, septiembre-diciembre 2011:239-260. <https://doi.org/10.22198/rys.2011.52.a187>

García Pérez, F., Honda, K. & Gaona Coria, J., 2000. Cultivo de Pepino de Riego, Zacatepec, Morelos: INIFAP, Centro de Investigación Regional del Centro. Available at: <https://docplayer.es/28736284-Cultivo-de-pepino-de-riego.html>

INEGI, I. (2021). Características de las Defunciones Registradas en México Durante 2020. Aguascalientes, México: INEGI. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/DefuncionesRegistradas2020preliminar.pdf>

Martínez-Jiménez, A. & García-Salazar, J. A., 2020. Volatilidad de precios en el sector frutícola de México: El caso de la naranja. *Acta Universitaria*, 30(1), pp. 1 - 14. Available at: <https://doi.org/10.15174/au.2020.2513>

Martínez-Mendoza, A. J., 2021. Estudio de Mercado, Función de Costos, Canales y Márgenes de Comercialización del Pepino Persa (*Cucumis Sativus L.*) De la Empresa Gromich S.P.R de R.L. de C.V. A Estados Unidos, Texcoco, México: Universidad Autónoma de Chapingo. Available at: <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/66e01a41-0d83-4b7b-8deb-d39c26bdba21>

Moreiras, O., & al., e. (2013). Tablas de composición de alimentos. Madrid, España: Pirámide. Obtenido de <https://catedraalimentacioninstitucional.files.wordpress.com/2014/09/3-I-tablas-de-composicion-de-alimentos.pdf>

Nelissen, F. (1995). GAMS. Washington, D.C., USA. Obtenido de <https://www.gams.com/download/>

OECD, O. d. (23 de Julio de 2020). PEPINOS Y PEPINILLOS FRESCOS, REFRIGERADOS. Obtenido de Observatorio de Complejidad Económica: <https://oec.world/es/profile/hs/cucumbers>

Paggi M. and Nicholson, Ch. F. (2013). Federal and state marketing orders 137-170. In Armbruster, W. J. and Knutson R. D. (Editors). *US Programs Affecting Food and Agricultural Marketing*. Springer: USA. 541 p. DOI 10.1007/978-1-4614-4930-0

Procuraduría Federal del Consumidor. (PROFECO, 2020). Pepino, fresco y saludable. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/profeco/documentos/pepino-fresco-y-saludable?state=published>

Ramírez-Abarca, O., & et al. (2021). Análisis Económico del Pepino Persa en Condiciones de Invernadero en Guerrero y Estado de México, 2020. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 48, 678-689. Obtenido 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. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7845/6418>

Rosenthal, R. E. 2014. *GAMS A User's Guide*. GAMS Development Corporation: Whashington, D.C. USA. 304 p.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (SCT, 2017). *Infraestructura Carretera*. México. Recuperado de <https://datos.gob.mx/busca/dataset/infraestructura-carretera>

SADER, Representación Agricultura Michoacán, 2018. *El Cultivo de Pepino en Michoacán Rebasa los 400 Mdp en Valor de Producción*. [En línea]. Available at: <https://www.gob.mx/agricultura/michoacan/articulos/el-cultivo-de-pepino-en-michoacan-rebasa-los-400-mdp-en-valor-de-produccion?idiom=es> [Último acceso: 25 agosto 2022].

SADER, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022. *Calendario Agrícola Mexicano: una guía para las cosechas*. [En línea]. Available at: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/calendario-agricola-mexicano-una-guia-para-las-cosechas?idiom=es>

SENASICA, Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, 2021. *Michoacán entre los mayores productores de Pepino en México, Michoacán: Sistema Integral de Comunicación*. Available at: <https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=8959>

Shepherd, A. (2001). *Guía de extensión en comercialización*. Roma: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Obtenido de <https://www.fao.org/3/x8826s/x8826s06.htm>

SIACON, S. d. (2020). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta*. CDMX, México. Obtenido 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/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/)

SIAP Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2021. *Avance de Siembras y Cosechas*. [En línea]. Available at: [https://nube.siap.gob.mx/avance\\_agricola/](https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/)

SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2022. *Estacionalidad por año agrícola*. [En línea]. Available at: [http://infosiap.siap.gob.mx/estacionalidad\\_gb/est\\_agricola-AA/index.php](http://infosiap.siap.gob.mx/estacionalidad_gb/est_agricola-AA/index.php) [Último acceso: 5 julio 2022].

SIAMI\_5.0. (2020). Secretaría de Economía. CDMX: Gobierno de México. Obtenido de <http://www.economia-snci.gob.mx/>

SNIIM, S. N. (18 de septiembre de 2021). Mercados Nacionales. Obtenido de Frutas y Hortalizas: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/Home.aspx?opcion=Consultas/MercadosNacionales/PreciosDeMercado/Agriculturas/ConsultaFrutasYHortalizas.aspx?SubOpcion=4|0>

USITC, U. S. (16 de agosto de 2021). Imports For Consumption. Obtenido de dataweb.usitc.gov: <https://dataweb.usitc.gov/login?return=%2Ftrade%2Fsearch%2FImport%2FHITS>

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-Hermosillo. Obtenido 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)