

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 Y VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LA NARANJA EN MÉXICO

FIDEL BAUTISTA MAYORGA

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2017

**CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y
DE LAS REGALIAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACION**

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, el que suscribe Fidel Bautista Mayorga, Alumno (a) de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta institución, bajo la dirección del Profesor Dr. José Alberto García Salazar, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis "PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA Y VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LA NARANJA EN MÉXICO" y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, El Consejero o Director de Tesis y el que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de México, a 29 de noviembre de 2017



Fidel Bautista Mayorga




Vo. Bo. del Dr. José Alberto García Salazar

La presente tesis titulada: **Planeación de la superficie sembrada y volatilidad de precios en el mercado de la naranja en México** realizada por el alumno **Fidel Bautista Mayorga** 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

ASESOR



Dr. José Jaime Arana Coronado

ASESOR



Dr. Marcos Portillo Vázquez

Montecillo, Texcoco, Estado de México, diciembre de 2017

PLANEACIÓN DE LA SUPERFICIE SEMBRADA Y VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LA NARANJA EN MÉXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

Los precios de los bienes agrícolas se caracterizan por una gran inestabilidad y volatilidad de precios, en este comportamiento pueden influir factores tales como la oferta y la demanda del mercado, los ciclos, la estacionalidad de la producción, el cambio climático, políticas comerciales y económicas que algunos gobiernos adoptan, entre otros factores. En este sentido, el conocimiento de medidas de control de la oferta que eviten la volatilidad de precios es importante por los beneficios que se pueden obtener en el ingreso y ganancia de los productores por evitar la caída de los precios de la naranja (*Citrus sinensis*). Con el objetivo de determinar el impacto que un cambio en superficie sembrada de naranja, y otros factores, tienen sobre el precio al mayoreo de la naranja en las centrales de abasto, se usaron series de tiempo en el periodo 1980-2017 para estimar un modelo dinámico de ecuaciones simultáneas del mercado en la naranja en México. Una vez estimado y validado el modelo se realizaron escenarios de reducción en la superficie sembrada de naranja. Los resultados del modelo indican que una disminución en la superficie sembrada en 10, y 20 %, tendría un impacto de corto plazo sobre el mercado al aumentar el precio en 2.9 y 5.8 %, respectivamente. Por otro lado para analizar el impacto que genera el cambio climático sobre la producción de naranja se proyectaron escenarios de cambios en las principales variables del clima (precipitación pluvial y la temperatura) para los años 2030 y 2050. El aumento en la temperatura para el año 2030 y 2050 la producción de naranja de temporal crecerá entre 9 y 29 % y la de riego en 12 y 42 %. El descenso en la precipitación declinará la producción de naranja de temporal en 0.3 y 0.8 % y la de riego en 0.7 y 2.0 % para esos mismos años.

Palabras clave: Naranja, volatilidad, precios, superficie sembrada, control de la oferta, modelo dinámico de ecuaciones simultáneas, cambio climático.

PLANNING OF THE SEED SURFACE AND VOLATILITY OF PRICES IN THE ORANGE MARKET IN MEXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

The prices of agricultural goods are characterized by great instability and price volatility, in this behavior can influence factors such as market supply and demand, cycles, seasonality of production, climate change, trade and economic policies that some governments adopt, among other factors. In this sense, knowledge of supply control measures that avoid price volatility is important because of the benefits that can be obtained in the income and profit of producers to avoid falling prices of orange (*Citrus sinensis*). In order to determine the impact that a change in the area sown with orange, and other factors, have on the wholesale price of oranges in the supply centers, time series were used in the period 1980-2017 to estimate a model dynamic of simultaneous equations of the market in the orange in Mexico. Once the model was estimated and validated, reduction scenarios were carried out on the area sown with orange. The results of the model indicate that a decrease in the area sown at 10, and 20%, would have a short-term impact on the market by increasing the price by 2.9 and 5.8%, respectively. On the other hand, to analyze the impact generated by climate change on orange production, scenarios of changes in the main climate variables (rainfall and temperature) were projected for the years 2030 and 2050. The increase in temperature for the year 2030 and 2050 the production of orange of temporary will grow between 9 and 29% and the one of irrigation in 12 and 42%. The decrease in precipitation will decline the production of orange temporary in 0.3 and 0.8% and the irrigation in 0.7 and 2.0% for those same years.

Key words: Orange, volatility, prices, shown area, supply control, dynamic model of simultaneous equations, climate change.

DEDICATORIA

A mis padres, en especial a mi madre, por su gran ejemplo de vida.

A mis hermanos, por su apoyo brindado.

A mi familia en general y amigos con afecto.

A mi esposa, por estar a mi lado incondicionalmente; con amor y cariño.

A Dios, por permitirme culminar con éxito la M. C.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haber financiado mis estudios e investigación de maestría.

Al Colegio de Postgraduados y al programa de economía, por su contribución a mi formación profesional.

En el artículo titulado: “**Superficie sembrada y volatilidad de precios en el mercado de la naranja en México**” agradezco infinitamente el apoyo del Dr. José Alberto García Salazar por contribuir en la especificación del modelo y en el análisis estadístico y económico de los resultados obtenidos.

En el artículo titulado: “**Efecto del cambio climático en la producción de naranja en México**” agradezco al Dr. José Alberto García Salazar por la especificación del modelo econométrico, por el apoyo recibido en todo momento y por guiar esta investigación, asimismo agradezco al Dr. José Jaime Arana Coronado por el aporte estadístico al modelo y las sugerencias de mejora, finalmente agradezco al Dr. Marcos Portillo Vázquez por la contribución en el manejo del paquete estadístico SAS.

CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE CUADROS	viii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1. Planteamiento del Problema.....	4
2. Objetivos	6
3. Hipótesis	6
4. Revisión de Literatura	7
5. Literatura Citada.....	10
CAPITULO I. SUPERFICIE SEMBRADA Y VOLATILIDAD DE PRECIOS DE LA NARANJA EN MÉXICO	14
1.1 Resumen	14
1.2 Abstrac	15
1.3 Introducción	16
1.4 Materiales y Métodos	19
1.5 Resultados y Discusión.....	23
1.6 Conclusiones.....	28
1.7 Literatura Citada	29
CAPITULO II. EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE NARANJA EN MÉXICO	34
2.1 Resumen	34
2.2 Abstrac	35
2.3 Introducción	36
2.4 Materiales y Métodos	38
2.5 Resultados y Discusión.....	45
2.6 Conclusiones.....	49
2.7 Literatura Citada	49
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	57
1. Conclusiones	57
2. Recomendaciones	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1 Resultados estadísticos del modelo dinámico de ecuaciones simultáneas.....	24
Cuadro 1.2 Efectos de corto plazo de los factores que afectan al mercado de la naranja en México.....	26
Cuadro 2.1 Resultados estadísticos y coeficientes estimados de la forma estructural.....	46
Cuadro 2.2 Elasticidades de corto plazo de la forma reducida para la naranja en México	47
Cuadro 2.3 Efectos del cambio climático en la producción de naranja en México. Cifras en ton.	48

INTRODUCCIÓN GENERAL

La popularidad de los cítricos a nivel mundial es un hecho, están presentes en más de cien países, son el grupo de frutas más importantes económicamente; abarcando el 20% del mercado mundial de frutas y es una fuente importante de vitamina c. En el 2013 la superficie plantada a nivel mundial con cítricos fue de 8.3 millones de hectáreas, dicha superficie representa una producción de 123.8 millones de toneladas, correspondiendo el 58% a naranjas, 23% a mandarinas, 12% a limones, y el 7% a toronjas. A nivel mundial, los países que tienen mayor superficie establecida de naranja son Brasil, India y China que en conjunto tienen una participación aproximada de 47%, México ocupa el cuarto lugar con una participación de 7.9%. Los países que obtienen la mayor producción de naranja en fresco son Brasil, Estados Unidos y China que juntos tienen una participación de 46%, en este rubro México participa con el 6.2% ocupando el quinto lugar. Por otro lado, los países que lideran en el mercado de jugo de naranja son Brasil y Estados Unidos que procesan el 69 y 73% de su producción como jugo respectivamente; estos dos países participan con un 79% de la producción mundial industrializada de la naranja. Los países que obtienen el mayor rendimiento de naranja son Ghana, Sudáfrica, Turquía y los Estados Unidos que superan las 30 toneladas por hectárea, México se ubica en el lugar 38 con apenas 14 toneladas por hectárea (Franco, 2015).

Los países exportadores de naranja para el año 2011 fueron España, Egipto y Sudáfrica exportando 3.5 millones de toneladas, en este rubro México exportó apenas 16 000 toneladas con un valor de 6 millones de dólares ocupando el lugar 30 a nivel mundial. Asimismo, los países importadores fueron Rusia, Alemania y los Países Bajos, importando más de 1.5 millones de toneladas, mientras que México importó 5 millones de dólares para el 2011 situándose con esta cantidad en el lugar 47 a nivel mundial lo que significa que México es un país autosuficiente en naranja. En lo que respecta al consumo de naranja fresca a nivel mundial se observa una tendencia a la baja, durante el periodo

de 2001 a 2010 el consumo disminuyó entre 5 y 8 kg por persona, en contraste el consumo de naranja procesada aumentó en 4 litros de jugo por persona en el mismo periodo. En el caso de México el consumo per cápita de naranja fresca para el 2013 fue de 37.2 kg por persona, sin embargo el consumo de jugo procesado se reporta muy bajo, porque en México se acostumbra a consumir jugo de naranja recién exprimido en casa o en puestos ambulantes principalmente, en este tipo de consumo interno se estima cerca de los 3 galones por persona (CSPCEV A.C., 2009; Franco, 2015).

La volatilidad de los mercados agrícolas no es un fenómeno nuevo, si no que se trata de una característica intrínseca del sector agrícola, además estrechamente relacionada con las elasticidades de la oferta y la demanda. Otro factor relacionado con la volatilidad es el espacio temporal, es decir, en el momento que se decide sembrar y recoger las cosechas; y que a su vez la variabilidad de las cosechas depende de los cambios en el clima (Sumpsi, 2011).

Autores como Rossi (2013), Cramon *et al.* (2009), FAO (2010), Doporto y Michelena (2011) mencionan que las causas que provocan la volatilidad tienen un origen multifactorial, entre los que destacan los siguientes: La especulación en los mercados agrarios, políticas mal aplicadas por parte de algunos gobiernos, la volatilidad del precio del petróleo, la producción de biocombustibles, la deficiencia en el funcionamiento de los mercados de futuros, la volatilidad en la inflación y en tasas de interés de los Estados Unidos, aspectos climáticos, crecimiento de países emergentes, los deficientes niveles de inventarios a nivel global, los desajustes entre la oferta y la demanda de los productos, etcétera. Cabe mencionar que la especulación y la producción de biocombustibles son causas muy controversiales y debatibles, además existe evidencia empírica no concluyente con relación con la volatilidad de precios. Por otra parte, según el informe final de OICV-IOSCO (2009), producto de un exhaustivo análisis de trabajos realizados por diversas instituciones

internacionales concluye que la oferta y demanda más que la actividad especulativa, explican las variaciones en los precios de los commodities.

La naranja es un cultivo que tiene un comportamiento estacional en cuanto a su producción, y por ende impacta en el comportamiento de los precios. Por ejemplo en México, cuando es la temporada de cosecha (enero a junio) los precios tienden a caer por la oferta disponible, sin embargo cuando hay escases de naranja los precios tienden a subir (Franco, 2015).

Aunado a estos problemas, se adiciona que la agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados. Los cambios en los patrones de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura (Nelson et al., 2009).

Eventos de cambio climático puede traer consecuencias tales como sequía, inundaciones, huracanes, el desajuste climático favorece la proliferación y diseminación de enfermedades y plagas que afectan directamente a los rendimientos y a la producción de los cultivos agrícolas, la naranja no es la excepción; en el 2014 a nivel global la producción de naranja disminuyó un 4 %, debido a menores rendimientos en los principales países productores de este cítrico; Brasil, China y los Estados Unidos, debido a la caída en la producción se espera una disminución de 7 % de naranja destinada para la industria. El consumo en estados unidos sigue en aumento, para contrarrestar esta situación ha tenido que recurrir a las importaciones de otros países productores de naranja, pues la enfermedad denominada *Huanglongbing* (HLB) ha afectado seriamente los naranjos en Florida. Por otro parte Brasil atraviesa por una sequía que ha deteriorado la producción de naranja en 3 %, respecto al 2013. Asimismo la Unión Europea ha sufrido de olas de calor que

han afectado la floración de los cítricos y el amarre de los frutos lo que trae como consecuencia que las importaciones de este cítrico, para cubrir la demanda, estén aumentando (Franco, 2015).

1. Planteamiento del problema

La naranja (*Citrus sinensis*) es uno de los frutales más importantes en el sector agrícola de México. En 2016 la superficie ocupada con árboles de naranja fue de 336 mil hectáreas, de la cual se obtuvo una producción de 4.6 millones de toneladas y un valor por 7, 950 millones de pesos. En 2016 el empleo generado por la actividad de la naranja fue de 28 millones de jornales, lo que convierte a este cultivo en uno de los más importantes en el sector frutícola de México.

Por el lado de la demanda, la naranja es uno de los productos más importantes en la dieta de los mexicanos, sobre todo a través del consumo de jugo. En 2016 el consumo per cápita fue de 37 kilogramos de naranja. Aparte de su consumo en fresco, el fruto de la naranja es usado como materia prima en la industria elaboradora de jugo de naranja.

Al igual que la mayoría de los productos agrícolas, actualmente la naranja presenta volatilidad de precios a través del tiempo. Datos del SNIIM (2017) indican que en el año 2008 el precio al mayoreo promedio anual de la naranja en los principales centros de abasto del país (Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara) fue de 3.64 pesos por kg; para 2012 se presentó un precio máximo de 6.36 pesos por kg, en el periodo 2000-2007 se observa que el precio oscilo entre 4 y 6 pesos por kg. La situación de bajos precios se vuelve a repetir en 2013, cuando el precio promedio anual de la naranja se ubicó en 4.99 pesos por kg.

En el caso de la naranja un porcentaje considerable de la producción se destina al mercado en fresco, esta situación origina una fuerte volatilidad de precios a través del año; por ejemplo, en el año 2012 el precio promedio anual de la naranja fue de 4.00 pesos por kg, el precio mínimo de ese año se observó en enero (2.73 pesos por kg) y el máximo en agosto (7.83 pesos por kg).

¿Qué medidas podrían instrumentarse para evitar la volatilidad de precios en el mercado de la naranja? Para dar respuesta a esta interrogante se requiere analizar el origen de la volatilidad.

La naturaleza biológica y la dependencia a las condiciones climáticas determinan que la producción de los cultivos sea estacional en el año. Dicha estacionalidad y la distribución temporal más uniforme del consumo determina la existencia de excesos de oferta temporales que provocan volatilidad de precios a nivel del productor. La volatilidad se refiere a la disminución y a los aumentos violentos en el precio, y se debe a la inelasticidad que caracteriza a la demanda de productos agrícolas. Los excesos de oferta para cultivos cíclicos y perennes son mensuales y son más negativos para productos perecederos como las frutas y hortalizas; aunque en general, afectan la competitividad de la mayoría de los cultivos. Para solucionar la volatilidad de precios generada por los excesos de oferta temporales son recomendables políticas de control de la oferta como podría ser el cambio en la distribución temporal de la producción, lograda probablemente a base de prácticas de poda, programa de almacenamiento que permiten conservar los excesos de oferta de naranja, entre los más importantes.

En cultivos perennes como la naranja, que destinan su producción a la industria y al mercado en fresco, también se presenta una volatilidad de precios derivados de excesos mensuales y anuales. El problema de excesos de oferta anuales se puede atribuir a una superficie sembrada de naranja tan alta que genera una producción mucho mayor a la demanda anual del producto; por su parte, los excesos de oferta mensuales se deben a la estacionalidad de la producción en el año. Altos precios en un año determinado suelen estimular el aumento de la superficie cosechada generando excesos de oferta y la caída en los precios domésticos en años posteriores.

La volatilidad de precios tiene efectos negativos sobre el ingreso del productor. La caída en el precio al productor provocados por excesos de oferta de naranja disminuye el ingreso y las

ganancias del productor; los bajos precios determinan que no se pueda recuperar el costo de producción con la consecuente pérdida de competitividad.

La superficie sembrada de naranja podría ser usada como medida para controlar la oferta, aunque la medida anterior requeriría de un considerable esfuerzo de planeación. Si el problema de bajos precios se origina por excesos de oferta temporales, entonces la disminución en la superficie sería una medida que podría eliminar el problema.

2. Objetivos

El objetivo general que persigue esta investigación es analizar el impacto de disminuciones en la superficie sembrada de naranja sobre el precio al mayoreo de la naranja a nivel nacional.

Los objetivos particulares de esta investigación son los siguientes:

- a. Conocer los impactos de cambios en la superficie sembrada junto con otros factores como la precipitación pluvial, salario mínimo real, ingreso per cápita, precio promedio real de melón y toronja tienen sobre el precio al mayoreo de la naranja.
- b. Analizar la estabilidad del mercado de la naranja en México.
- c. Proyectar el impacto sobre el mercado de la naranja que generan variables climáticas como la temperatura y la precipitación pluvial.

3. Hipótesis

Las hipótesis de la investigación se presentan a continuación:

- a) Excesos de oferta de naranja provocan volatilidad en los precios del cítrico; por lo tanto, una disminución en la superficie sembrada de naranja es una medida de control de oferta que evita la volatilidad.

b) Aumentos de la temperatura favorece la producción de naranja en México; en contraste, ausencia o disminución de la precipitación provocan que la producción disminuya.

4. Revisión de literatura

Ramírez *et al.* (2015) realizaron un estudio de planeación para reducir la volatilidad de precios en la producción de melón y sandía en la Comarca Lagunera. Se usó un modelo de programación lineal para analizar como los cambios en la proporción de la producción de melón y sandía, y medidas de control de la oferta, podrían eliminar los excesos. Bajo una situación óptima, 72% de la producción total de ambos cultivos debería corresponder al melón y 28% a la sandía, generando una ganancia de 5.85 más alta que la observada durante 2010- 2012. La disminución de 30% en la producción de los meses junio, julio y agosto y la planeación de la producción en zonas de bombeo aumentarían la ganancia en 14.0 y 35.9%, respectivamente.

Ramos *et al.* (2017) estudian el mercado de la guayaba en Aguascalientes, debido a la estacionalidad de la producción de este fruto hace que se origine la volatilidad en los precios. Se realizó un modelo de regresión lineal, con el objetivo de analizar como algunas acciones de control de la oferta podrían evitar la volatilidad en los precios. Los resultados indican que en el periodo 2012-2015 la ganancia de los productores fue de 180.3 millones de pesos. Una disminución de la producción 8.5% en los meses de octubre a enero y un aumento 15% de febrero a septiembre, aumentaría la ganancia de los productores a 214.1 millones de pesos. El almacenamiento de 10% de la producción en los meses de octubre a enero aumentaría la ganancia de los productores a 216.1 millones de pesos.

Pérez *et al.* (2006) en este trabajo presentan una revisión del modelo GARCH (heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada). Además se presenta una aplicación a los modelos ARIMA-GARCH, considerando el precio del café desde enero 02 de 2002 hasta abril 17 de 2006.

De igual manera, se muestra el modelo de predicción más acertado para estimar el precio y la volatilidad esperada del café, con el objetivo de encontrar la mejor alternativa a la hora de decidir en la venta o compra de este producto en el futuro, buscando tener la estrategia ideal a llevarse a cabo dentro del negocio de un caficultor y lograr, de esta manera, una competencia ideal a escala mundial.

García *et al.* (2011) elaboran un estudio de caso sobre excesos de oferta y volatilidad de precios en el mercado de la sandía en México, debido a los excesos de oferta, los productores enfrentan la disminución de precios en los meses de junio, julio y agosto. Para controlar la oferta y mejorar la ganancia, se formuló un modelo de programación lineal que incorpora elementos espaciales y temporales. La mejor política para incrementar la ganancia es planear la producción; por lo tanto, se recomienda promover la organización nacional de productores de sandía para estabilizar el mercado.

Mohan *et al.* (2016) estudian el impacto que tendría eliminar la volatilidad del precio para los productores de café en Etiopía. Para estimar la volatilidad, utilizan el modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva generalizada (GARCH), considerando los precios mensuales del café en Etiopía para el período 1976-2012. Los resultados indican que al eliminar la volatilidad de los precios se observa que el bienestar y la ganancia de los cafecultores de este país es demasiado bajo, 0.76 dólares al año por productor.

Deressa *et al.* (2005), emplearon un modelo econométrico para medir y evaluar posibles impactos del cambio climático sobre la producción de caña de azúcar en Sudáfrica en dos sistemas; temporal y riego. Los resultados de sus análisis indicaron que la producción de caña de azúcar es muy sensible al cambio climático reduciéndose en 26% para riego y 27% en la de temporal.

Bonilla *et al.* (2003), desarrollan un modelo estocástico de excedente económico y estima el valor económico del mejoramiento de la predicción del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS), suministrada por un sistema de alerta temprana, en el sector azucarero colombiano. Los resultados muestran una reducción promedio agregada de los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar del 6,5 y 4,3% a causa del evento El Niño y La Niña, respectivamente.

Conde *et al.* (2000), estudiaron la vulnerabilidad del maíz de temporal ante el cambio climático través del modelo de simulación agrícola CERES-Maíz, para siete municipios del estado de México. Los resultados señalan que incrementos del 20 % en la precipitación implica disminución en los rendimientos para los municipios del estado de México.

Gay *et al.* (2006), exploraron la relación entre la producción de café, variables climáticas y económicas para estimar los impactos potenciales del cambio climático en el estado de Veracruz, México. Construyeron un modelo econométrico en términos de esas variables y posteriormente usó para realizar proyecciones bajo diferentes condiciones climáticas. Los resultados señalan que la temperatura es el factor climático más relevante para la producción de café, los resultados de las condiciones proyectadas para el año 2020 indican que la producción de café podría no ser económicamente viable, debido a una reducción del 34% respecto a la producción actual.

Ahmad *et al.* (2017), mediante un modelo econométrico autorregresivo de rezagos distribuidos evalúan el efecto del cambio climático sobre la producción de cítricos en Punjab provincia en Pakistán. Usaron datos anuales durante el periodo de 1985 a 2015. Los resultados concluyen que al variar la temperatura y la precipitación influyen de manera perjudicial en la producción de los cítricos y en su rentabilidad.

Rosenzweig *et al.* (1996) examinaron los impactos potenciales del cambio climático en la producción de cítricos para los Estados Unidos. Los tratamientos simulados incluyeron

combinaciones de tres regímenes de temperatura (+1.5, + 2.5 y + 5.0 ° C), y estimaciones del impacto de tres niveles de dióxido de carbono atmosférico (440, 530 y 600 ppm) teniendo como referencia condiciones climáticas actuales. Se usaron registros climáticos de 1951 a 1980. Los resultados de simulaciones de cítricos indican que la producción puede cambiar ligeramente hacia el norte en los estados del sur, pero los rendimientos pueden disminuir en el sur de Florida y Texas debido al calor excesivo durante el invierno.

Tubiello *et al.* (2002) proyectan escenarios para el año 2030 y 2090 del cambio climático para algunos cultivos de los Estados Unidos, entre ellos la naranja. Los resultados sugieren que la producción simulada de naranja se beneficia ampliamente del cambio climático, se observa que la producción incrementará entre 20 y 50 % para esos años.

5. Literatura citada

Ahmad Shahzad, Firdous Iram, Jatoi Ghulam Hussain, Nissa Rais Mechar UI, y Qayyum Mohsin Abdul. 2017. Economic impact of climate change on the production of citrus fruit in punjab province of the pakistan. *Sci.Int. (Lahore)*. 29 (2): 413-415 p.

Bonilla, Alexander., Rosales, Ramón., y Maldonado, Jorge. 2003. El valor económico de la predicción del fenómeno El Niño Oscilación (ENOS) en el sector azucarero colombiano. *Desarrollo y Sociedad*. 52: 1-38.

Conde Cecilia., Ferrer Rosa M., y Liverman Diana. 2000. Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de Maíz de temporal mediante el modelo CERES-MAIZE. *ResearchGate*. 93-110 p.

Cramon-Taubadel, S. 2009. La volatilidad de los precios en los mercados agrarios de la Unión Europea. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*. 221: 19-43.

CSPCEV A.C. (Comité Sistema Producto Cítricos del Estado de Veracruz). 2009. Estudio de mercado para la identificación de necesidades de infraestructura logística para la comercialización de jugo de cítrico en Veracruz. Martínez de la Torre, Veracruz. 238 p. disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/SISTPROD_CITRICOS.pdf fecha de consulta: 11/ 2017.

Deressa, T., Hassan, R. y Poonyth, D. 2005. Measuring the impact of climate change on South African agriculture: the case of sugar-cane growing regions. *Agrekon*. 44 (4): 524- 542.

Doperto Miguez, Ivana y Michelena, Gabriel. 2011. *La Volatilidad de los Precios de los Commodities: el Caso de los Productos Agrícolas*. Primera edición, Documentos de trabajo 1, Centro de Economía internacional. Buenos Aires, Argentina. 27 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2010. *La volatilidad de precios en los mercados agrícolas*. Perspectivas económicas y sociales. Informes de política 12. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/am053s/am053s00.pdf> fecha de consulta: 02/2017.

Franco, A., Castillo, S. 2015. *Situación de la Citricultura en el Estado de Nuevo León*, Corporación para el Desarrollo Agropecuario de Nuevo León. Monterrey, N.L. México. 82 p. Disponible en: <http://www.camponl.gob.mx/oeidruss/docs/citricultura.pdf> fecha de consulta: 09/ 2017.

García Vázquez Alejandra., García Salazar José Alberto, Guzmán Soria Eugenio, Portillo Vázquez Marcos, y Fortis Hernández Manuel. 2011. El mercado de la sandía en México: un estudio de caso sobre excesos de oferta y volatilidad de precios. *Región y Sociedad*. 52: 240-260 p.

Gay C., Estrada F., Conde C., Eakin H., y Villers L. 2006. Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: A Case of Study of Coffee Production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*. 79: 259-288.

Nelson, Gerald C., et al. 2009. *Cambio Climático: el Impacto en la Agricultura y los Costos de Adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). Política alimentaria informe. Washington, D.C. 19 p.

OICV-IOSCO (Organización Internacional de Comisiones de Valores). 2009. *IOSCO publishes recommendations to enhance commodity futures markets oversight*. Informe. Madrid, España. 7 p.

Pérez Ramírez, Fredy Ocaris. 2006. Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. 5 (9): 45-58 p.

Ramírez-Barraza, Brenda Aracely., García-Salazar, José Alberto., Mora-Flores, José Saturnino. 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 p.

Ramos-Sandoval, Ivonne N., García-Salazar J. Alberto., Borja-Bravo Mercedes., Guajardo-Hernández Lenin G., Almeraya-Quintero S. Xóchitl, y Arana-Coronado Óscar A. 2017. El mercado de la guayaba en Aguascalientes: un análisis para reducir la volatilidad de los precios. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 18:3755- 3767 p.

Rosenzweig Cynthia, Phillips Jennifer, Goldberg Richard, Carroll John, Hodges Tom. 1996. Potential impacts of climate change on citrus and potato production in the US. *Agricultural Systems*. 52 (4): 455-479 p.

Rossi G. D. 2013. La volatilidad en mercados financieros y de commodities. *Invenio*. 16 (30): 59-74.

SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2017. Panorámica de Precios de la Naranja. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/FrutasPanoramicaXAnio.asp?Cons=D&uni=&prodC=9054&dest=T&Anio=1998&AqAnio=2016&Panor=OriPres&Formato=Nor&submit=Ver+Consulta> fecha de consulta: 03/ 2017.

Sumpsi, José María. 2011. Volatilidad de los mercados agrarios y crisis alimentaria. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*. 229: 11-35.

Sushil Mohan, Firdu Gemech, Alan Reeves, John Struthers. 2016. The welfare effects of coffee price volatility for Ethiopian coffee producers. *Qualitative Research in Financial Markets*, 8 (4): 288-304 p.

Tubiello F. N., Rosenzweig C., Goldberg R. A., Jagtap S., Jones J. W. 2002. Effects of climate change on US crop production: simulation results using two different GCM scenarios. Part I: Wheat, potato, maize, and citrus. *Climate Research*. 20: 259-270 p.

CAPÍTULO I. SUPERFICIE SEMBRADA Y VOLATILIDAD DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LA NARANJA EN MÉXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

El conocimiento de medidas de control de la oferta que eviten la volatilidad de precios es importante por los beneficios que se pueden obtener en el ingreso y ganancia de los productores por evitar la caída de los precios de la naranja (*Citrus sinensis*). Con el objetivo de determinar el impacto que un cambio en superficie sembrada de naranja, y otros factores, tienen sobre el precio al mayoreo de la naranja se usaron series de tiempo en el periodo 1980-2017 para estimar un modelo dinámico de ecuaciones simultáneas del mercado en la naranja en México. Una vez estimado el modelo se realizaron escenarios de reducción en la superficie sembrada de naranja. Los resultados del modelo indican que una disminución en la superficie sembrada en 10 y 20 %, tendría un impacto de corto plazo sobre el mercado al aumentar el precio en 2.9 y 5.8 %, respectivamente; considerando que un aumento en el precio mejora el ingreso y ganancia de los productores de naranja, se recomienda practicar medidas de control de la oferta para evitar la volatilidad de los precios en el mercado de la naranja.

Palabras clave: Control de la oferta, precio al mayoreo, ingresos del productor, modelo dinámico de ecuaciones simultáneas.

CHAPTER I.
SOWN AREA AND VOLATILITY OF PRICES IN THE ORANGE MARKET
IN MEXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Knowledge of supply control measures that avoid price volatility is important because of the benefits that can be obtained in the income and profit of producers to avoid falling prices of orange (*Citrus sinensis*). In order to determine the impact that a change in the area sown with orange and other factors have on the wholesale orange price it was estimate a dynamic model of simultaneous equations of the orange market in Mexico and time series in the period 1980-2017 were used. Once the model was estimated some scenarios of reduction in the area sown with orange were carried out. The results indicate that a decrease in the area sown by 10 and 20 % would have a short-term impact on the market by increasing the orange price by 2.9 and 5.8 %, respectively. Considering that an increase in the price improves the income and profit of the orange producers, it is recommended to take measures to control the supply to avoid the volatility of prices in the orange market.

Key words: Supply control, wholesale price, producer's income, dynamic model of simultaneous equations.

INTRODUCCIÓN

La naranja (*Citrus sinensis*) es uno de los frutales más importantes en el sector agrícola de México. En 2016 la superficie ocupada con árboles de naranja fue de 336 mil hectáreas, de la cual se obtuvo una producción de 4.6 millones de toneladas y un valor por 7,950 millones de pesos. En 2016 el empleo generado por la actividad de la naranja fue de 28 millones de jornales, lo que convierte a este cultivo en uno de los más importantes en el sector frutícola de México (SIAP, 2017a).

Por el lado de la demanda, la naranja es uno de los productos más importantes en la dieta de los mexicanos, sobre todo a través del consumo de jugo. En 2016 el consumo per cápita fue de 37 kilogramos de naranja. Aparte de su consumo en fresco, el fruto de la naranja es usado como materia prima en la industria elaboradora de jugo de naranja (SAGARPA, 2017).

Al igual que la mayoría de los productos agrícolas, actualmente la naranja presenta volatilidad de precios a través del tiempo. Datos del SNIIM (2017) indican que en el año 2008 el precio al mayoreo promedio anual de la naranja en los principales centros de abasto del país (Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara) fue de 3.64 pesos por kg; para 2012 se presentó un precio máximo de 6.36 pesos por kg, en el periodo 2000-2007 se observa que el precio osciló entre 4 y 6 pesos por kg. La situación de bajos precios se vuelve a repetir en 2013, cuando el precio promedio anual de la naranja se ubicó en 4.99 pesos por kg.

En el caso de la naranja un porcentaje considerable de la producción se destina al mercado en fresco, esta situación origina una fuerte volatilidad de precios a través del año; por ejemplo, en el año 2012 el precio promedio anual de la naranja fue de 4.6 pesos por kg, el precio máximo de ese año se observó en julio (7.1 pesos por kg) y el mínimo en noviembre (3.0 pesos por kg) (SNIIM, 2017).

¿Qué medidas podrían instrumentarse para evitar la volatilidad de precios en el mercado de la naranja? Para dar respuesta a esta interrogante se requiere analizar el origen de la volatilidad.

La naturaleza biológica y la dependencia a las condiciones climáticas determinan que la producción de los cultivos sea estacional en el año. Dicha estacionalidad y la distribución temporal más uniforme del consumo determina la existencia de excesos de oferta temporales que provocan volatilidad de precios a nivel del productor. La volatilidad se refiere a la disminución y a los aumentos violentos en el precio, y se debe a la inelasticidad que caracteriza a la demanda de productos agrícolas. Los excesos de oferta para cultivos cíclicos y perennes son mensuales y son más negativos para productos perecederos como las frutas y hortalizas; aunque en general, afectan la competitividad de la mayoría de los cultivos. Para solucionar la volatilidad de precios generada por los excesos de oferta temporales son recomendables políticas de control de la oferta como podría ser un cambio en la distribución temporal de la producción, lograda probablemente a base de prácticas de poda, y programas de almacenamiento que permiten conservar los excesos de oferta de naranja, entre los más importantes.

En cultivos perennes como la naranja, que destinan su producción a la industria y al mercado en fresco, también se presenta una volatilidad de precios derivados de excesos mensuales y anuales. El problema de excesos de oferta anuales se puede atribuir a una superficie sembrada de naranja tan alta que genera una producción mucho mayor a la demanda anual del producto; por su parte, los excesos de oferta mensuales se deben a la estacionalidad de la producción en el año. Altos precios en un año determinado suelen estimular el aumento de la superficie sembrada generando excesos de oferta y la caída en los precios domésticos en años posteriores.

La volatilidad de precios tiene efectos negativos sobre el ingreso del productor. La caída en el precio al productor provocados por excesos de oferta de naranja disminuye el ingreso y las

ganancias del productor; los bajos precios determinan que no se pueda recuperar el costo de producción con la consecuente pérdida de competitividad.

La superficie sembrada de naranja podría ser usada como medida para controlar la oferta, aunque la medida anterior requeriría de un considerable esfuerzo de planeación. Si el problema de bajos precios se origina por excesos de oferta temporales, entonces la disminución en la superficie sería una medida que podría eliminar el problema.

La volatilidad de precios también podría ser consecuencia de la estabilidad del mercado, en este caso de la naranja. Un mercado se considera estable cuando sale del equilibrio y vuelve a regresar a él (Brambila, 2011). Los mercados agrícolas pueden ser convergentes o divergentes; en el primer caso el mercado se acerca al equilibrio conforme pasa el tiempo, y en el segundo caso se aleja del equilibrio conforme pasa el tiempo.

En su alejamiento o acercamiento al equilibrio el precio de mercado suele fluctuar en forma de ciclos, esto es negativo para el productor cuando el precio se encuentra en sus niveles mínimos porque afecta su ingreso y ganancia.

Cuando un mercado sale del equilibrio los precios son volátiles; ante esta situación, a veces es necesario que el gobierno intervenga en dicho mercado con la finalidad de disminuir la variación brusca de los precios. Dicha intervención se puede hacer a través del control de precios y reservas, entre otras medidas. Algunas medidas deben ser ejecutadas con cautela porque muchas veces distorsionan aún más al mercado (Brambila, 2011).

Considerando la importancia del mercado de la naranja, la presente investigación tiene como propósito alcanzar dos objetivos. El primero es analizar el impacto que una disminución en la superficie de este cítrico tiene sobre los precios al mayoreo; debido a que los excesos de oferta son la causa de la caída de los precios, entonces una disminución en la superficie de naranja ayudará a

eliminar la volatilidad de los precios. El segundo objetivo persigue analizar la estabilidad del mercado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo de la investigación se usó un modelo dinámico compuesto de tres ecuaciones simultáneas. La formulación del modelo se basó en la teoría económica y en evidencia empírica. En su representación matemática el modelo es el siguiente:

$$STN_t = \beta_{10} + \beta_{11}STNL + \beta_{12}PMAYNR4L + \beta_{13}SMRL + \varepsilon_{1t} \quad 1)$$

$$PTN_t = \beta_{20} + \beta_{21}STN_t + \beta_{22}PMAYNR8L + \beta_{23}SMRL + \beta_{24}PP_t + \beta_{25}PTNL + \varepsilon_{2t} \quad 2)$$

$$PMAYNR_t = \beta_{30} + \beta_{31}PTN_t + \beta_{32}INGPERR_t + \beta_{33}PCMER_t + \beta_{34}PCTR_t + \varepsilon_{3t} \quad 3)$$

donde para el año t : STN_t es la superficie sembrada total de naranja, en hectáreas; $STNL$ es la superficie sembrada total de naranja, con un periodo de rezago, en hectáreas; $PMAYNR4L$ es el precio promedio real al mayoreo de la naranja, con cuatro periodos de rezago, en pesos por tonelada; $SMRL$ es el salario mínimo promedio real, con un periodo de rezago, en pesos por día; PTN_t es la producción total de naranja, en toneladas; $PMAYNR8L$ es el precio promedio real al mayoreo de la naranja, con ocho periodos de rezago, en pesos por toneladas; PP_t es la precipitación promedio anual, en milímetros; $PTNL$ es la producción total de naranja, en toneladas; $PMAYNR_t$ es el precio promedio real al mayoreo de la naranja, en pesos por tonelada; $INGPERR_t$ es el ingreso real per cápita, en millones de pesos constantes; $PCMER_t$ es el precio promedio real al consumidor de melón, en pesos por tonelada; $PCTR_t$ es el precio promedio real al consumidor de toronja, en pesos por tonelada.

Multiplicadores de corto plazo

Basados en Reutlinger (1966) y Brambila (2011) el modelo de ecuaciones simultáneas se puede expresar de manera matricial de la siguiente forma:

$$AY_t + BY_{t-1} + CZ_t = 0 \quad 4)$$

Donde para el año t A es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas; Y_t es el vector de variables endógenas o dependientes del modelo; B es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas rezagadas; Y_{t-1} es el vector de variables endógenas rezagadas; C es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables exógenas y; Z_t es el vector de variables exógenas.

Los vectores Y_t y Y_{t-1} son de orden $m \times 1$, donde m es el número de variables endógenas corrientes y rezagadas del modelo, respectivamente; A y B son matrices cuadradas de $m \times m$; C es una matriz de $(k+1) \times m$, donde k es el número de variables exógenas del modelo más la ordenada al origen, y en donde k puede, o no, ser igual a m . Para que el sistema esté completo, debe existir la inversa de A ; es decir, A debe ser una matriz no singular de orden m , para derivar el modelo reducido del sistema de la siguiente manera:

$$Y_t = D_1 Y_{t-1} + D_2 Z_t \quad 5)$$

donde: D_1 equivale a $-A^{-1}B$; D_2 es igual a $-A^{-1}C$. Estos parámetros son conocidos como multiplicadores de impacto o de corto plazo.

Usando la matriz de multiplicadores de corto plazo se analizó la condición de estabilidad del mercado de la naranja y se calculó la raíz característica o Eigen valor, esto es:

$$|D_1 - \lambda I| = 0 \quad 6)$$

donde: D_1 es el multiplicador de corto plazo; λ es la raíz característica o Eigen valor e; I es la matriz unitaria.

Una vez que se han calculado las raíces características se procede a analizar cuál es la raíz dominante para conocer cuál es el comportamiento del mercado; es decir, si el mercado converge o diverge del equilibrio. En caso de que la raíz característica sea un número complejo (compuesto

de una parte real y otra imaginaria) se tiene que calcular el módulo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$M = \sqrt{(h)^2 + (v)^2} \quad 7)$$

donde: M es el módulo de un número complejo; h considera la parte real del número complejo y; v considera la parte imaginaria del número complejo.

Con base al valor del módulo se tienen las siguientes alternativas: a) Si M es menor a 1, el precio se mueve en ciclos pero el sistema es estable y converge; b) Si M es mayor a 1 el precio se comporta en forma de ciclos pero el precio diverge del equilibrio; c) Si M es igual a 1 el precio es estable y constante (Brambila, 2011). En este caso la duración de ciclo se obtiene dividiendo 360° entre el ángulo θ conformado por el número real y el modulo del Eigen valor.

La justificación de la formulación del modelo se sustenta en la teoría económica, así como en evidencia empírica. Teóricamente, los factores determinantes de la oferta en el período actual de un producto agrícola son el precio esperado del bien, el precio de los factores de producción y el precio de los productos competitivos y asociados, entre otras (Tomek y Robinson, 2003; Stamer, 1969). La existencia de un desfase de tiempo entre la decisión de sembrar y la cosecha y venta del producto determina que el productor tenga que hacer una expectativas del precio esperado. Debido a que conoce el comportamiento del precio en el mercado de años anteriores, el productor supone que el precio que obtendrá será igual al del año anterior; esto se denomina expectativa ingenua (Caldentey y Gómez, 1993). Considerando la hipótesis de expectativas adaptativas (Nerlove, 1956), la oferta rezagada también se puede considerar como una variable determinante de la oferta actual.

Con base a lo anterior, las variables que determinan la superficie sembrada total de naranja son la superficie sembrada total de naranja con un periodo de rezago ($STNL$), el precio promedio real

al mayoreo de la naranja con cuatro periodos de rezago (*PMAYNR4L*), y el salario mínimo promedio real con un periodo de rezago (*SMRL*). Los determinantes de la producción total de naranja son la superficie sembrada total de naranja en el periodo t (STN_t), el precio promedio real al mayoreo de la naranja con ocho periodos de rezago (*PMAYNR8L*), el salario mínimo promedio real con un periodo de rezago (*SMRL*). El Plan Rector del Sistema Nacional de Cítricos (2005) menciona que una precipitación adecuada proporciona mayor cantidad de fruta, razón por cual se considera a la precipitación promedio anual en el periodo t (PP_t), y la producción total de naranja con un periodo de rezago (*PTNL*).

En teoría, la demanda de un producto está en función su precio, del ingreso per cápita, de los precios de bienes sustitutos y complementarios, gustos del consumidor, etc. (García *et al.*, 2003; Tomek y Robinson, 2003). Martínez y Vargas (2004) y López *et al.* (2010) indican que el melón y la toronja son bienes complementarios con la naranja, respectivamente. En la presente investigación la función de la demanda de naranja está representada por el ingreso per cápita y por el precio promedio real al consumidor de melón, toronja (Ecuación 3).

La información usada para la estimación del modelo provino de las siguientes fuentes. Las series sobre superficie sembrada, rendimiento y producción de naranja se obtuvieron del SIAP (2017a). El salario mínimo promedio se obtuvo de la CONASAMI (2017). La serie de ingreso per cápita se obtuvo de García (2002) y Aguirre (2017). La serie de precipitación pluvial, que considera únicamente la obtenida en los estados productores de naranja, se obtuvo de la SEMARNAT (2017); y algunos años de la serie se estimación usando la tasa de crecimiento media anual.

La serie de los precios promedios al consumidor de toronja se obtuvo de la PROFECO (2017). El precio promedio al consumidor de melón se obtuvo de González (2012) y de PROFECO (2017). La serie de precios al mayoreo de la naranja, que corresponde al promedio de los precios en las

centrales de abasto de la CDMX, Guadalajara y Monterrey, se obtuvo del SNIIM (2017). Las series sobre el Índice Nacional de Precios al Productor y el Índice Nacional de Precios al Consumidor se obtuvieron de INEGI (2017).

El método de estimación de los parámetros que relacionan las variables dependientes con las independientes se llevó a cabo por medio del método de mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas con el procedimiento SYSLIN del paquete estadístico SAS en su Versión 9 (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1.1 se presentan los resultados estadísticos obtenidos a partir de la estimación de la forma estructural del modelo. Los coeficientes de determinación (R^2) de las tres ecuaciones varían entre 0.75 y 0.95. Todas las F calculadas (F_c) fueron mayores a las F de tabla (F_t) ($p > 0.10$). Con la prueba de t se encontró que en las tres ecuaciones estimadas todos los parámetros fueron significativos, porque la mayoría de las razones t resultaron ser mayores a la unidad.

En el análisis económico se juzgan los resultados obtenidos de la estimación de acuerdo con su conveniencia en el marco de la teoría económica, comparando el signo de los parámetros estimados con ciertos principios de la misma. En el Cuadro 1.1 se presentan los coeficientes estimados del modelo en su forma estructural, obtenidos por el método de mínimos cuadrados en dos etapas. Si se analizan todas las ecuaciones es posible apreciar que los coeficientes presentan el signo esperado.

Cuadro 1.1 Resultados estadísticos del modelo dinámico de ecuaciones simultáneas.

Variable dep.	Variables explicativas					R ²	Fc	Prob>F	
<i>STN_t</i>	Intercepto	<i>STNL</i>	<i>PMAYNR4L</i>	<i>SMRL</i>		0.95	176.32	0.0001	
<i>Coef.</i>	57745.47	0.86	2.71	-315.21					
<i>t_c</i>	0.68	4.76	1.58	-1.04					
<i>P</i>	0.5010	0.0001	0.1278	0.3062					
<i>PTN_t</i>	Intercepto	<i>STN_t</i>	<i>PMAYNR8L</i>	<i>SMRL</i>	<i>PP_t</i>	<i>PTNL</i>	0.83	21.97	0.0001
<i>Coef.</i>	-3955568	12.00	-19.41	16981.39	31.62	0.54			
<i>t_c</i>	-1.58	2.31	-0.77	1.79	1.61	3.24			
<i>P</i>	0.1276	0.0302	0.4500	0.0873	0.1209	0.0036			
<i>PMAYNR_t</i>	Intercepto	<i>PTN_t</i>	<i>INGPERR_t</i>	<i>PCMER_t</i>	<i>PCTR_t</i>		0.75	17.99	0.0001
<i>Coef.</i>	-3499.05	-0.001	0.03	0.23	0.47				
<i>t_c</i>	-1.26	-1.00	1.95	2.39	4.02				
<i>P</i>	0.2200	0.3263	0.0632	0.0249	0.0005				

t_c es el valor de *t* observado; *p* es la significancia del valor de *t* observado.

En el Cuadro 1.2 se presentan los datos observados y estimados de las tres variables endógenas del modelo. La diferencia entre el valor observado y estimado de la superficie nacional de naranja es de apenas -0.3 %, lo cual indica un buen ajuste del modelo. En el caso de la producción nacional de naranja la diferencia es de -6.3 % entre los valores observado y estimado. La variables más importante en la presente investigación es el precio al mayoreo de la naranja, y se observa que existe una diferencia de -0.04% entre el valor estimado y el valor observado.

En el Cuadro 1.2 se presenta los efectos de cambios en la superficie sobre la producción y el precio al mayoreo de la naranja.

El Escenario 1 considera una disminución de la superficie sembrada de naranja en 10 y 20 % en el año *t-1*, el efecto de tal cambio sería los siguientes: la superficie sembrada en el año *t* disminuiría

en 8.5 y 16.9 % y la producción caería en 7.3 y 14.7 %. Como consecuencia de la contracción en la producción, el precio al mayoreo de la naranja aumentaría en 2.9 y 5.8 %, respectivamente considerando al modelo base. Como se observa, contracciones en la superficie sembrada tienen un efecto inverso sobre los precios al mayoreo; habrá que recordar que los efectos que se mencionan son en el corto plazo, y que los efectos de largo plazo serán mayores.

En el Escenario 2 se modela de manera simultánea una contracción de 10 % en la superficie sembrada y 10 % en el salario mínimo en el año $t-1$. Como consecuencia de tal medida, la superficie en el año t disminuirá en 7.8 %. Tal medida tendría un impacto sobre la producción de naranja, la cual disminuiría en 9.3 %. La medida de control de la oferta provocada por la disminución de la superficie aumentaría los precios al mayoreo de la naranja en 3.7 %, en relación al modelo base.

Las condiciones climáticas, a través de la precipitación pluvial, también impactan el mercado de la naranja; una contracción simultánea de 10 % en la superficie sembrada y 10 % en la precipitación pluvial el año $t-1$ tendría los siguientes efectos: la superficie en el año t disminuirá en 8.5 %, al disminuir la superficie la producción se reduciría en 9.3 %, ocasionando un aumento en los precios al mayoreo de la naranja en 3.6 %, en relación al modelo base.

Los resultados indican que las condiciones de mercado también impactan el precio al mayoreo de la naranja. Un cambio simultáneo consistente en disminuir en 10 % la superficie sembrada y un aumento del 10 % en el ingreso per cápita en el año $t-1$ tendría como efecto una disminución en la superficie en el año t en 8.5 %. Tal medida tendría un impacto sobre la producción de naranja, la cual disminuiría en 7.3 %, mientras que los precios al mayoreo de la naranja aumentará en 8.3 %, en relación al modelo base.

El precio de los bienes relacionados en el consumo de la naranja también tiene impacto en el mercado de la naranja. Considerando cambios simultáneos consistentes una disminución de la

superficie en 10 % y aumentos de 10 % en el precio real al consumidor del melón, los resultados serían los siguientes: la superficie en el año t disminuirá en 8.5 % y tal medida tendría un impacto sobre la producción de naranja, la cual disminuiría en 7.3 %. Los precios al mayoreo de la naranja aumentará en 8.0 %, en relación al modelo base. Efectos similares se observan ante una disminución de 10 % en la superficie sembrada y un aumento del 10 % en el precio real al consumidor de toronja. Como consecuencia de tal medida, la superficie en el año t bajará en 8.5 %. Tal medida tendría un impacto sobre la producción de naranja, la cual disminuiría en 7.3 %. Mientras que los precios al mayoreo de la naranja subirá en 10.4 %.

Cuadro 1.2 Efectos de corto plazo de los factores que afectan el mercado de la naranja en México.

Cambio en las variables independientes	Superficie	Producción	Precio
	de naranja	de naranja	al mayoreo de la naranja
	ha	ton	\$ por ton
Datos observados	342,428	5,044,712	8,441
Datos estimados (escenario base)	341,498	4,725,579	8,438
Valor estimado en relación al observado	-0.3	-6.3	-0.04
<i>Cambio en las variables independientes</i>			
<i>SNTL disminuye en:</i>			
10%	312,603	4,378,773	8,681
20%	283,709	4,031,967	8,924
<i>SNTL y SMRL disminuyen en:</i>			
10%	314,847	4,284,829	8,747
20%	288,196	3,844,078	9,055
<i>SNTL y PP disminuye en:</i>			
10%	312,603	4,286,882	8,745
20%	283,709	3,848,185	9,052
<i>SNTL disminuye y INGPERR aumenta en:</i>			
10%	312,603	4,378,773	9,136
20%	283,709	4,031,967	9,834
<i>SNTL disminuye y PCMER aumenta en:</i>			

10%	312,603	4,378,773	9,113
20%	283,709	4,031,967	9,787
<i>SNTL disminuye y PCTR aumenta en:</i>			
10%	312,603	4,378,773	9,318
20%	283,709	4,031,967	10,198
<i>Cambio en % respecto al escenario base</i>			
<i>SNTL disminuye en:</i>			
10%	-8.5	-7.3	2.9
20%	-16.9	-14.7	5.8
<i>SNTL y SMRL disminuyen en:</i>			
10%	-7.8	-9.3	3.7
20%	-15.6	-18.7	7.3
<i>SNTL y PP disminuye en:</i>			
10%	-8.5	-9.3	3.6
20%	-16.9	-18.6	7.3
<i>SNTL disminuye y INGPERR aumenta en:</i>			
10%	-8.5	-7.3	8.3
20%	-16.9	-14.7	16.5
<i>SNTL disminuye y PCMER aumenta en:</i>			
10%	-8.5	-7.3	8.0
20%	-16.9	-14.7	16.0
<i>SNTL disminuye y PCTR aumenta en:</i>			
10%	-8.5	-7.3	10.4
20%	-16.9	-14.7	20.9

Fuente: Elaboración propia con datos de salida de SAS.

Cuando se cumple la condición de estabilidad en un mercado, entonces es posible proyectar a largo plazo y las variables exógenas adquieren mayor importancia en la determinación de las variables endógenas. Para conocer si un mercado es estable o no, es importante obtener la ecuación y las raíces características, si estas raíces son menor a 1 entonces indican que el mercado converge o se estabiliza y es posible proyectar a largo plazo (Brambila, 2011), en caso contrario no se puede predecir de esta manera el largo plazo, tendría que realizarse proyecciones año con año.

Para analizar la condición de estabilidad del mercado de la naranja se calculó la raíz característica de acuerdo a la ecuación 6. Brambila (2011) indica que el valor de la raíz característica

puede tener los siguientes valores reales: a) Si el valor de λ se ubica entre 0 y 1 el mercado es estable y tiende al equilibrio; b) Si λ es mayor a 1, el mercado diverge; c) Si λ se ubica entre -1 y 0, el mercado oscila pero converge en forma irregular; d) si λ es menor a -1, el mercado oscila pero diverge o es explosivo; e) Si λ es igual a 1 el mercado experimenta cambios instantáneos, también es un mercado de crecimiento constante; f) Si λ es igual a -1, el mercado es estable, pero se repite moviéndose alternadamente dentro de una banda máximo y mínimo.

Al analizar la condición de estabilidad los resultados indican que la raíz característica toma los siguientes valores: 1.04 la raíz dominante, primer valor de la raíz característica, es $1.04 \approx 1$, lo cual indica que el mercado de la naranja experimenta cambios instantáneos o bien que es un mercado de crecimiento constante.

Debido a que el mercado experimenta cambios repentinos es factible la intervención del gobierno para evitar dichos cambios que distorsionan de manera brusca los precios en el mercado de la naranja.

CONCLUSIONES

La estimación de un modelo dinámico de ecuaciones simultáneas del mercado de la naranja permitió analizar el impacto de cambios en la superficie sobre el precio al mayoreo de la naranja en las centrales de abasto. Es posible afirmar que la planificación de la oferta se puede usar como una medida de control de la oferta para evitar la caída de los precios. Los resultados del modelo indican que una disminución en la superficie sembrada de naranja aumentarían los precios al mayoreo de la naranja. Otros factores como el salario mínimo real, la precipitación pluvial, y el ingreso per cápita, el precio promedio real al consumidor de melón y toronja tendrían efectos similares. Al considerar aumentos en el ingreso per cápita, en el precio promedio real al consumidor de melón y toronja permitiría aumentar el precio al mayoreo de la naranja. También disminuciones

en la precipitación pluvial y el salario mínimo real tendrían el mismo efecto. Debido a que una disminución en el precio al mayoreo de la naranja es nociva para el productor, pues disminuye el ingreso y la ganancia de los productores es recomendable que el Gobierno implemente medidas de control de la oferta para evitar la volatilidad de precios en el mercado de los cítricos.

El valor de la raíz característica indica que el comportamiento del mercado de la naranja en México se da a través de cambios instantáneos distorsionando los precios del mercado de la naranja, por lo que es necesaria la intervención del gobierno para minimizar la volatilidad de los precios del cítrico.

LITERATURA CITADA

Aguirre Botello, Manuel. 2017. Termómetro de la economía mexicana, indicadores históricos 1935-2017. Disponible en: <http://www.mexicomaxico.org/Voto/termo.htm> (fecha de consulta, marzo de 2017).

Brambila Paz, José de Jesús. 2011. *Bioeconomía: Instrumentos para su Análisis Económico*. Primera edición. SAGARPA-COLPOS. Ciudad de México. 312 p.

Caldentey Albert, P. y Ana Cristina Gómez Muñoz. 1993. *Economía de los Mercados Agrarios*. Primera Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 209 p.

CONASAMI (Comisión Nacional de Salarios Mínimos). 2017. Salario mínimo general promedio de los estados unidos mexicanos 1964-2016. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105354/Salario_Minimo_General_Promedio_de_los_Estados_Unidos_Mexicanos_1964_-_2016.pdf (fecha de consulta, marzo de 2017).

- García Figueroa, Salvador. 2002. Un modelo de ecuaciones simultáneas del mercado de café mexicano 1960-2000. Universidad Autónoma Chapingo. Tesis de Ingeniería. Chapingo, México. 152 p.
- García Mata, Roberto, José Alberto García Salazar y Roberto Carlos García Sánchez. 2003. *Teoría del Mercado de Productos Agrícolas*. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Programa de Postgrado en Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 382p.
- González Machorro, María Félix. 2012. El mercado del plátano en México 1971-2010, un modelo econométrico. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México. 195p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Precios e Inflación. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> (fecha de consulta, febrero de 2017).
- López Santiago, Marco Andrés, Ramón Valdivia Alcalá, Juan Hernández Ortiz y José Luis Romo Lozano. 2010. Elasticidades y flexibilidades de los productos cítricos en México. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales* 3 (2):97-112.
- Martínez Damián, Miguel Ángel y José Antonio Vargas Oropeza. 2004. Un sistema de demanda casi ideal (AIDS) aplicado a once frutas en México (1960-1998). *Revista Fitotecnia Mexicana* 27(4):367-375.
- Nerlove, Marc. 1956. Estimate of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities. *Journal of Farm Economics*. 38 (2): 496-509.
- Plan Rector Sistema Nacional de Cítricos. 2005. *Segunda Fase: Diagnóstico Inicial Base de Referencia Estructura Estratégica*. Tampico, Tamaulipas, México. 59 p. Disponible en: http://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2007/06/prn_citri.pdf (fecha de consulta, febrero de 2017).

- PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor). 2017. ¿Quién es quién en los precios? (Comunicación personal) (fecha de consulta, marzo de 2017).
- Reutlinger, Shlomo. 1966. Analysis of a Dynamic Model, with Particular Emphasis on Long-Run Projections. *Journal of Farm Economics* 48 (1):88-106.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. *Se consolida México como Quinto Productor Mundial de Naranja*. Comunicado de prensa. Ciudad de México. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2017/enero/Documents/JAC_0015-10.PDF (fecha de consulta, septiembre de 2017).
- SAS (Statistical Analysis System) Institute. 1999. *SAS/ETS User's Guide, Version 8*. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC, USA. 1546 p.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2017. *Precipitación Media por Entidad Federativa*. Base de datos. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA01_09&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=* (fecha de consulta, marzo de 2017).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017a. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*. Base de datos. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (fecha de consulta, marzo de 2017).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017b. *Avance de Siembras y Cosechas: Resumen Nacional por Estado*. Disponible en:

http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do (fecha de consulta, marzo de 2017).

SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2017. *Panorámica de Precios de la Naranja*. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/FrutasPanoramicaXAnio.asp?Cons=D&uni=&prodC=9054&dest=T&Anio=1998&AqAnio=2016&Panor=OriPres&Formato=Nor&submit=Ver+Consulta> (fecha de consulta, marzo de 2017).

Stamer, H. 1969. *Teoría del Mercado Agrario*. Editorial academia. León, España. 336 p.

Tomek, William G., y Robinson Kenneth L. 2003. *Agricultural Product Prices*. Fourth edition. Cornell University Press. Ithaca and London. 428 p.

CAPÍTULO II. EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCIÓN DE NARANJA EN MÉXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

RESUMEN

El cambio climático es un problema global que afecta a varios sectores de la economía, en particular el sector agropecuario es vulnerable a este fenómeno. Para el 2030 y 2050 la temperatura aumentará, mientras que la precipitación tiende a disminuir en México. Con el objetivo de cuantificar el efecto de cambios en la precipitación y temperatura a largo plazo sobre la producción de naranja (*Citrus sinensis*) se ajustó un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas conformado por dos ecuaciones de oferta, dos de demanda, cinco de transmisión de precios y tres identidades. Los resultados indican que la producción de temporal y de riego responde de manera elástica a la temperatura 1.25 y 1.80 respectivamente, y de manera inelástica a la precipitación (0.05) y a la disponibilidad de agua para riego (0.14). El aumento en la temperatura para el año 2030 y 2050 la producción de naranja de temporal crecerá entre 9 y 29 % y la de riego en 12 y 42 %. El descenso en la precipitación declinará la producción de temporal en 0.3 y 0.8 % y la de riego en 0.7 y 2.0 para esos mismos años.

Palabras clave: ecuaciones simultáneas, cambio climático, producción, temperatura, precipitación

CHAPTER II.
EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON ORANGE
PRODUCTION IN MEXICO

Fidel Bautista Mayorga, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2017

ABSTRACT

Climate change is a global problem that affects several sectors of the economy, particularly the agricultural sector is vulnerable to this phenomenon. By 2030 and 2050 the temperature will increase, while precipitation tends to decrease in Mexico. In order to quantify the effect of long-term changes in precipitation and temperature on the production of orange (*Citrus sinensis*), an econometric model of simulated equations was adjusted, consisting of two offerings, two of demand, five of transmission of prices and three identities. The results indicate that the production of seasonal and irrigation responds in an elastic way to the temperature 1.25 and 1.80 respectively, and in an inelastic way to the precipitation (0.05) and to the availability of water for irrigation (0.14). The increase in temperature for the year 2030 and 2050 the production of storm orange will grow between 9 and 29% and that of irrigation in 12 and 42%. The decrease in precipitation will decline the production of temporary in 0.3 and 0.8% and the irrigation in 0.7 and 2.0 for those same years.

Key words: simultaneous equations, climate change, production, temperature, precipitation

INTRODUCCIÓN

La citricultura es una de las actividades más importantes en la agricultura de México. La naranja es considerada la fruta de mayor importancia de acuerdo a la superficie sembrada y producción. Datos del SIAP señalan que en 2016 la superficie establecida con cítricos fue de 534 mil hectáreas, de las cuales la naranja abarcó el 63 %, los limones con el 34 %, y el restante 3 % correspondió a las toronjas. La producción de cítricos fue de 7.5 millones de toneladas, siendo la naranja el cultivo más importante con el 62 % del total. Datos del SIAP (2017a) señalan que, Veracruz es el estado que aporta 51 % de la producción de naranja, otros estados importantes son Tamaulipas, San Luis Potosí, Nuevo León y Puebla concentrando el 86 % de la producción nacional. El rendimiento promedio nacional en el cultivo de la naranja es de 14.5 ton/ha; aunque estados como Morelos, Sonora, Jalisco y Tamaulipas registran rendimientos de 27, 26, 25 y 24 ton/ha, respectivamente.

La citricultura mexicana produce 7 millones de toneladas anuales con un valor de 10, 206 millones de pesos, y benefician a más de 67 mil familias rurales del país. La derrama económica es de 70 mil empleos directos, 250 mil indirectos y la contratación de 28 millones de jornales por año (Rodríguez y Mendoza, 2014).

El fenómeno del cambio climático se considera la mayor amenaza global que enfrenta la vida, porque eleva la temperatura promedio del planeta, estos incrementos por pequeños que parezcan afectan de manera importante al ciclo del agua, altera la frecuencia de los fenómenos climatológicos normales y magnifica los desastres naturales. En este sentido, daña a comunidades, cultivos agrícolas, y ecosistemas, pues rompe el equilibrio ecológico que sustenta la vida en la tierra. El cambio climático es un proceso normal en nuestro planeta, el problema es que se ha incrementado rápidamente por la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI), emitidos por actividades humanas (Greenpeace, 2010).

La agricultura es extremadamente sensible al cambio climático. El aumento de las temperaturas termina por reducir la producción de los cultivos deseados. Los cambios en los patrones de lluvias aumentan las probabilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de reducción de la producción a largo plazo. Aunque algunos cultivos en ciertas regiones del mundo puedan beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura (Nelson *et al.*, 2009).

El cambio climático implica retos para la agricultura en cuanto a las variables más importantes para los cultivos: la temperatura y la precipitación. La temperatura es importante para una serie de procesos fisiológicos y rendimientos de los cultivos. El acceso al agua, a través de precipitación o de irrigación, es el factor más importante en la producción agrícola. La falta de acceso al agua, particularmente en tiempos críticos en las etapas del ciclo de vida de un cultivo, es un factor de estrés externo que limita su productividad (Araus *et al.*, 2008).

México es un país altamente vulnerable al cambio climático. Los eventos que ocasionaron catástrofes naturales en el periodo 1995-2003 estuvieron relacionados en mayor medida con la sequía (Ibarrarán y Rodríguez, 2007).

Ibarrarán y Rodríguez (2007) señalan que los impactos del cambio del clima en la producción agrícola mexicana pueden ir desde 16 a 22 mil millones de pesos sin considerar pérdidas y costos de otros factores.

El cambio climático tendrá impactos importantes en cultivos de algunos países, entre ellos México. Deressa *et al.* (2005) indican que la caña de azúcar en Sudáfrica declinará su producción en 26 %, y Bonilla *et al.* (2003) señalan una afectación de 6.5 % en los rendimientos de caña de azúcar en Colombia. Conde *et al.* (2000) señalan que incrementos del 20% en la precipitación, implica una disminución en los rendimientos del maíz para algunos municipios del estado de

México. Gay *et al.* (2006) indican que para el 2020 la producción de café en el estado de Veracruz, tendrá una reducción del 34 %. Tubiello *et al* (2002) señalan para algunos estados del sur de los Estados Unidos, en el 2030 y 2090 la producción de la naranja aumentará entre 20 y 50 %, respectivamente.

El cambio climático influye de manera importante en la producción de los cultivos agrícolas y el cultivo de la naranja no es la excepción. Las precipitaciones y temperaturas modifican el desarrollo normal de la naranja.

El objetivo de esta investigación es estimar mediante escenarios cuáles serían los efectos en la producción de naranja en México para los años 2030 y 2050 ante cambios en la precipitación y temperatura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo de la investigación se realizó la estimación de un modelo de ecuaciones simultáneas del mercado de la naranja en México, conformado por dos ecuaciones de oferta, dos ecuaciones de demanda, cinco ecuaciones de transmisión de precios y tres identidades. La formulación del modelo se basó en la teoría económica y en la evidencia empírica del mercado de la naranja. En su representación matemática el modelo es el siguiente:

$$PNT_t = \beta_{10} + \beta_{11}PPNTR2L_t + \beta_{12}PPCTRL_t + \beta_{13}SMR_t + \beta_{14}PP_t + \beta_{15}TEMP_t + \beta_{16}QPNTL_t + \varepsilon_{1t} \quad 1)$$

$$QPNR_t = \beta_{20} + \beta_{21}PPNRR3L_t + \beta_{22}PPCRRL_t + \beta_{23}SMR_t + \beta_{24}DAR_t + \beta_{25}TEMP_t + \beta_{26}QPNRL_t + \varepsilon_{2t} \quad 2)$$

$$QDNF_t = \beta_{30} + \beta_{31}PCNR_t + \beta_{32}INGPERR_t + \beta_{33}PCLNR_t + \beta_{34}PCTR_t + \beta_{35}PCMGR_t + \beta_{36}QDNFL_t + \varepsilon_{3t} \quad 3)$$

$$QDNI_t = \beta_{40} + \beta_{41}PCJNR_t + \beta_{42}PCJNRD_t + \beta_{43}PCJUVR_t + \beta_{44}PREFSR_t + \beta_{45}INGPERR_t + \beta_{46}QDNIL_t + \varepsilon_{4t} \quad 4)$$

$$PPNTR_t = \beta_{50} + \beta_{51}PMAYNR_t + \beta_{52}PPNTRL_t + \varepsilon_{5t} \quad 5)$$

$$PPNRR_t = \beta_{60} + \beta_{61}PMAYNR_t + \beta_{62}PPNRRLL_t + \varepsilon_{6t} \quad 6)$$

$$PMAYNR_t = \beta_{70} + \beta_{71}PENR_t + \beta_{72}PMAYNRL_t + \varepsilon_{7t} \quad 7)$$

$$PCNR_t = \beta_{80} + \beta_{81}PMAYNR_t + \beta_{82}PCNRL_t + \varepsilon_{8t} \quad 8)$$

$$PCJNR_t = \beta_{90} + \beta_{91}PMAYNR_t + \beta_{92}PCJNRL_t + \varepsilon_{9t} \quad 9)$$

$$QPT_t = QPNT_t + QPNR_t \quad 10)$$

$$QDT_t = QDNF_t + QDNI_t \quad 11)$$

$$SCEN_t = QPT_t - QDT_t \quad 12)$$

Donde: $QPNT_t$ es la cantidad producida de naranja bajo temporal, en ton.; $PPNTR2L_t$ es el precio promedio real al productor de naranja bajo temporal, con dos años de rezago, en \$/ton.; $PPCTRL_t$ es el precio promedio real al productor de café cereza bajo temporal, con un año de rezago, en \$/ton.; SMR_t es el salario mínimo promedio real, en \$/día; PP_t es la precipitación promedio anual, en mm; $TEMP_t$ es la temperatura promedio anual, en ° C; $QPNTL_t$ es la cantidad producida de naranja bajo temporal, con un año de rezago, en ton.; $QPNR_t$ es la cantidad producida de naranja bajo riego, en ton.; $PPNRR3L_t$ es el precio promedio real al productor de naranja bajo riego, con un tres años de rezago, en \$/ton.; $PPCRRL_t$ es el precio promedio real al productor de café cereza bajo riego, con un año de rezago, en \$/ton.; DAR_t es la disponibilidad de agua para riego, en miles de m³; $QPNRL_t$ es la cantidad producida de naranja bajo riego, con un año de rezago, en ton.; $QDNF_t$ es la cantidad demandada de naranja en fresco, en ton.; $PCNR_t$ es el precio promedio real al consumidor de naranja, en \$/ton.; $INGPERR_t$ es el ingreso real per cápita, en millones de \$ constantes; $PCLNR_t$ es el precio promedio real al consumidor de limón, en \$/ton.; $PCTR_t$ es el

precio promedio real al consumidor de toronja, en \$/ton.; $PCMGR_t$ es el precio promedio real al consumidor de mango, en \$/ton.; $QDNFL_t$ es la cantidad demandada de naranja en fresco, con un año de rezago, en ton.; $QDNI_t$ es la cantidad demandada de naranja para la industria, en ton.; $PCJNR_t$ es el precio real al consumidor de jugo de naranja, en \$/ton.; $PCJNRD_t$ es la variable ficticia de $PCJNR_t$, donde $PCJNRD_t$ es igual a $PCJNR_t * D$ y donde a su vez la variable binaria (D) es igual a cero en los años 1984 y 1999-2003, y D es igual a uno para el resto de los años de la serie 1980-2016; $PCJUVR_t$ es el precio real al consumidor de jugo de uva, en \$/ton.; $PREFSR_t$ es el precio real al consumidor de refresco de sabor, en \$/ton.; $QDNIL_t$ es la cantidad demandada de naranja para la industria, con un año de rezago, en ton.; $PPNTR_t$ es el precio promedio real al productor de naranja bajo temporal, en \$/ton.; $PMAYNR_t$ es el precio promedio real al mayoreo de la naranja, en \$/ton.; $PPNTRL_t$ es el precio promedio real al productor de la naranja bajo temporal, con un año de rezago, en \$/ton.; $PPNRR_t$ es el precio promedio real al productor de naranja bajo riego, en \$/ton.; $PENR_t$ es el precio real de exportación de la naranja, en \$/ton.; $PMAYNRL_t$ es el precio real al mayoreo de la naranja, con un año de rezago, en \$/ton.; $PCNRL_t$ es el precio promedio real al consumidor de la naranja, con un año de rezago, en \$/ton.; $PCJNRL_t$ es el precio real al consumidor de jugo de naranja, con un año de rezago, en \$/ton.; QPT_t = cantidad producida total de naranja en México, en ton.; QDT_t es la cantidad demandada total de naranja en México, en ton.; $SCEN_t$ es el saldo de comercio exterior de la naranja, en ton.

Basados en Gujati y Porter (2010), el modelo de ecuaciones simultáneas se puede expresar de manera matricial de la siguiente forma:

$$\Gamma Y_t + \beta X_t = E_t \quad 13)$$

Donde: Y_t es el vector de variables endógenas o dependientes del modelo; X_t es el vector de variables predeterminadas o independientes del modelo, más la ordenada al origen; Γ es la matriz

de parámetros estructurales asociados a las variables endógenas; β es la matriz de parámetros estructurales asociados a las variables predeterminadas; E_t son los términos de errores aleatorios. Los vectores Y_t y E_t son de orden $m \times 1$, donde m es el número de variables endógenas del modelo, Γ es una matriz cuadrada de $m \times m$, a su vez, β es una matriz de $k+1 \times m$, donde k es el número de variables exógenas y endógenas rezagadas del modelo más la ordenada al origen; en general, k puede o no ser igual a m . Para que el sistema esté completo, debe existir la inversa de Γ , es decir, Γ debe ser una matriz no singular de orden m , para derivar el modelo reducido del sistema de la siguiente manera:

$$Y_t = \Pi X_t + V_t \quad 14)$$

Donde: Π equivale a $-\Gamma^{-1}\beta$ y es la matriz de parámetros de la forma reducida; V_t es $\Gamma^{-1}E_t$ es la matriz de los términos de error en la forma reducida.

La justificación de la formulación del modelo, contiene evidencia empírica y bases de la teoría económica. Teóricamente, los factores determinantes de la oferta en el período (t) de un producto agrícola son el precio recibido por el productor, los de los factores de producción y de los productos competitivos y asociados, entre otras (Tomek y Robinson, 2003; Stamer 1969). Además, el productor puede elaborar expectativas del precio esperado, debido a que conoce el comportamiento del precio en el mercado y los precios de años anteriores. Esto se denomina como expectativa ingenua (Caldentey y Gómez, 1993). Relacionando la hipótesis de expectativas adaptativas (Nerlove, 1956), la oferta rezagada es también un determinante de la oferta actual.

Con base en lo anterior, las variables que determinan la cantidad ofrecida de naranja de temporal y riego son el precio promedio real al productor de la naranja de temporal con dos años de rezago ($PPNTR2L$) y la de riego con tres años de rezago ($PPNRR3L$), la FAO (2000) sugiere que se puede asociar el cultivo de la naranja con el de café; por lo tanto, otro factor es el precio promedio real al

productor de café cereza de temporal (*PPCTRL*) y riego (*PPCRRL*) con un año de rezago. El salario mínimo promedio real es considerado como costo de producción (*SMR*) y la cantidad producida de naranja de temporal (*QPNTL*) y de riego (*QPNRL*) con un año de rezago. El plan rector del sistema nacional de cítricos (2005) considera que las precipitaciones adecuadas, complementadas con riegos, producen más y mejor fruta; por esta razón, se contempla el factor de la precipitación promedio anual para la oferta de temporal (*PP*) y para la de riego, la disponibilidad de agua para riego (*DAR*).

En teoría, la demanda de un producto está en función del precio al consumidor, del ingreso disponible o per cápita, de los precios de bienes sustitutos y complementarios, gustos del consumidor, etc. (García *et al.*, 2003; Tomek y Robinson, 2003). Al respecto, López *et al.* (2010) mencionan que el limón y la toronja son bienes complementarios de la naranja. En este sentido, Martínez y Vargas (2004) indican que el mango es un bien complementario de la naranja; sin embargo, en este trabajo resulta que éstos son bienes sustitutos. Por otra parte, la demanda de productos diferenciados podrían especificarse en función del precio propio del producto y de los precios cruzados de todos los demás productos diferenciados que se derivan a su vez de productos frescos, así como de otras variables como el precio de otros bienes y el ingreso del consumidor (Salois *et al.*, 2012).

En esta investigación se expresa como variables explicativas de la demanda de naranja en fresco (*QDNF*) al precio promedio real consumidor de naranja (*PCNR*), y al ingreso real per cápita (*INGPERR*). Como bienes relacionados a los precios promedio al consumidor real del limón (*PCLNR*), de la toronja (*PCTR*) y del mango (*PCMGR*); en los dos primeros se espera una relación inversa (bienes complementarios) y en el último una relación directa (bien sustituto). La cantidad demanda de naranja en fresco con un año de rezago (*QDNFL*) también es un factor determinante.

En la demanda de naranja para la industria (*QDNI*) se usa el precio real al consumidor de jugo de naranja (*PCJNR*) como variable explicativa. Se introduce una variable ficticia (*PCJNR*D*) y la razón es que teóricamente se espera una relación inversa entre el precio al consumidor y la demanda de naranja; sin embargo, para algunos años esta relación no se cumple (1984 y 1999 a 2003), ya que las condiciones climatológicas distorsionan de manera impredecible el funcionamiento del mercado (FAO, 1985). El objetivo de la creación de la variable ficticia (*PCJNR*D*) es para aislar este efecto y obtener la verdadera relación entre el precio y la demanda. Otras variables explicativas de la demanda de naranja para la industria fueron el precio real al consumidor de jugo de uva (*PCJUVR*) como bien sustituto, el precio real del refresco de sabor (*PREFSR*) como bien complementario, el ingreso real per cápita (*INGPERR*) y la cantidad demanda de naranja para la industria con un año de rezago (*QDNIL*). El saldo de comercio exterior de la naranja (*SCEN*) es igual a la oferta total menos la demanda total de naranja, además es una condición de cierre del modelo que lleva al equilibrio.

Las series sobre superficie sembrada, rendimientos, cantidad demandada, y precios promedios al productor se obtuvieron del SIAP (2017b) y del USDA (2017). La serie de producción se estimó (superficie por rendimiento). Los datos acerca del salario mínimo promedio se obtuvieron de CONASAMI (2017). El ingreso per cápita se obtuvo al homologar dos series de tiempo, la primera (1980 a 2010) provino de García (2002) y la segunda (2003 a 2016). Los precios de exportación de la naranja se obtuvieron de la FAOSTAT (2017), INEGI (2014) y SAGARPA (2017) y se realizó una estimación para el año 2016 con la tasa media de crecimiento anual, cabe mencionar que los precios de exportación de la naranja están expresados en dólares, para convertirlos a pesos mexicanos se utilizó el tipo de cambio promedio anual obtenido de BANXICO (2017). La serie de precipitación pluvial promedio anual (incluyen los estados donde se produce naranja) se obtuvo de

la SEMARNAT (2017) y para el 2016 se realizó una estimación con base en la tasa media de crecimiento anual. La serie de datos sobre la temperatura promedio anual se obtuvo del SMN (2012), de CONAGUA (2017), y para el 2016 se obtuvo de un reporte elaborado por CONAGUA (2016), incluyen la temperatura promedio de estados productores de naranja. En lo referente a la disponibilidad de agua para riego se obtuvo de CONAGUA (2010), del IMTA (2011) y algunos años se estimaron mediante regresión. Los precios al consumidor de la naranja se obtuvieron de González (2012) y de PROFECO (2017). La serie de los precios promedios al consumidor de limón, toronja y mango se obtuvieron de la PROFECO (2017). Y los datos de algunos años se estimaron con regresión. Los precios al consumidor del jugo de naranja, uva, y refresco de sabor se obtuvieron de la encuesta industrial mensual elaborada por el INEGI (2017). Los precios al mayoreo se obtuvieron del SNIIM (2017) incluyen el precio promedio de los principales centros de abasto (Cd. Méx., Guadalajara y Monterrey). El índice Nacional de Precios al Productor (INPP) y al Consumidor (INPC) fueron obtenidas del INEGI (2017).

La estimación de los parámetros se obtuvieron a través del método de mínimos cuadros ordinarios en dos etapas (Gujarati y Porter, 2010), haciendo uso del procedimiento PROC SYSLIN contenido en el paquete computacional Statistical Analysis System (SAS, 1999).

Una vez estimado el modelo, se realizarán los siguientes escenarios: 1) se estiman las ecuaciones de oferta (1 y 2) con base al promedio (2014 a 2016) de las variables explicativas. 2) disminución de la precipitación para el 2030 y 2050; 3) aumento de la temperatura para el 2030 y 2050; 4) aumento simultaneo en precipitación y temperatura para el 2030 y 2050.

El cambio de precipitación y de temperatura para los años 2030 y 2050 a nivel nacional se obtuvieron del INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2.1, se muestran los resultados estadísticos que arroja el modelo econométrico. Las funciones de oferta tuvieron una R^2 de 0.88, 0.91 y las de la demanda 0.89 y 0.86. Todos resultaron significativos porque la mayoría de las razones t es mayor a la unidad. Las funciones de transmisión de precios tuvieron una R^2 que varía entre 0.67 a 0.87. La mayoría de los coeficientes son significativos, excepto el precio real de la exportación de las naranjas ($PENR_t$) y el precio promedio real al consumidor de naranja con un año de rezago ($PCNRL_t$); sin embargo, los coeficientes muestran el signo esperado. La prueba F, para las nueve ecuaciones de regresión estimadas, tienen una probabilidad del 1 % y fue significativa, lo que indica que todos los parámetros de la ecuación son diferentes de cero.

Elasticidades de la forma reducida

Los parámetros de la forma estructural que son los mismos de la forma reducida, los valores promedios de la precipitación, disponibilidad de agua para riego y temperatura y los valores predichos promedio de la cantidad producida de naranja durante 2014, 2015 y 2016, permiten calcular la elasticidad.

Los resultados que se obtienen señalan que la producción de naranja de temporal responde de manera inelástica a la precipitación (0.05), lo cual indica que si la precipitación incrementa en un 10 % la producción de naranja en temporal crecería en 0.5 %. En este mismo sentido, la producción de naranja de riego responde de manera inelástica a la disponibilidad de agua para riego (0.14), lo cual indica que si la disponibilidad de agua para riego aumenta en 10 % la producción de naranja en riego incrementaría en 1.4 %.

Cuadro 2.1 Resultados estadísticos y coeficientes estimados de la forma estructural.

Variable dependiente	Variables explicativas											R ²	Fc	Prob>F			
	INTERCEPTO	PPNTR2L	PPCTRL	SMR	PP	TEMP	QPNFL	PPNRR3L	PPCRRL	SMR	DAR				TEMP		
QPNT	-1592413.0	90.20	-20.11	-8329.05	172.69	176161.3	0.34										
Coef.	-1.07	1.93	-1.57	-3.07	0.47	2.43	2.30										
tc																	
QPNR	-2096254.0																
Coef.	-2.06	28.25	-4.44	-3785.28	0.008	129836.7	0.46										
tc		1.32	-0.63	-3.30	1.46	2.80	2.87										
QDNF	1960380	PCNR	INGPERR	PCLNR	PCTR	PCMGR	QDNFL										
Coef.	2.40	-69.22	0.98	-9.61	-43.99	6.54	0.65										
tc		-1.68	0.26	-0.55	-1.14	0.58	4.36										
QDNI	-312747	PCJNR	PCJNRD	PCJUVR	PREFSR	INGPERR	QDNIL										
Coef.	-0.33	-32.86	23.02	26.21	-77.90	9.06	0.41										
tc		-1.96	2.49	1.12	-1.39	2.51	2.94										
PPNTR	-67.82	PMAYNR	PPNTRL														
Coef.	-0.21	0.11	0.66														
tc		1.81	6.14														
PPNRR	-314.45	PMAYNR	PPNRRL														
Coef.	-0.90	0.23	0.58														
tc		3.67	5.53														
PMAYNR	856.64	PENR	PMAYNRL														
Coef.	1.19	0.02	0.84														
tc		0.26	9.50														
PCNR	4476.22	PMAYNR	PCNRL														
Coef.	4.24	0.66	0.10														
tc		4.73	0.61														
PCJNR	-375.21	PMAYNR	PCJNRL														
Coef.	-0.35	0.80	0.65														
tc		3.44	6.85														

tc es el valor de t observado. Elaboración propia con datos de la forma estructural de la salida de SAS.

La producción de naranja en temporal y riego responde de manera elástica a la temperatura, los coeficientes fueron 1.25 y 1.80, respectivamente. Esto indica que si la temperatura incrementa en 10 %, la producción en temporal crecería en 12.5 % y la de riego aumentaría 18 % (Cuadro 2.2). Los resultados anteriores coinciden con el estudio realizado por Tubiello *et al.* (2002) que indican que la producción de la naranja aumenta a causa del cambio climático.

Cuadro 2.2 Elasticidades de corto plazo de la forma reducida para la naranja en México.

Variabes	<i>QPNT</i>	<i>QPNR</i>	<i>QDNF</i>	<i>QDNI</i>	<i>PMAYNR</i>	<i>SCEN</i>
<i>PPNTR2L</i>	0.07					
<i>PPCTRL</i>	-0.05					
<i>SMR</i>	-0.44	-0.25				
<i>PP</i>	0.05					0.41
<i>TEMP</i>	1.25	1.80				16.60
<i>QPNTL</i>	0.34					
<i>PPNRR3L</i>		0.06				
<i>PPCRRL</i>		-0.02				
<i>DAR</i>		0.14				0.54
<i>QPNRL</i>		0.34				
<i>INGPERR</i>			0.43	0.78		
<i>PCNR</i>			-0.24			
<i>PCJNR</i>				-0.35		
<i>PCLNR</i>			-0.05			
<i>PCTR</i>			-0.20			
<i>PCMGR</i>			0.09			
<i>QDNFL</i>			0.58			
<i>PCJNRD</i>				0.25		
<i>PCJUVR</i>				0.25		
<i>PREFSR</i>				-0.39		
<i>QDNIL</i>				0.18		
<i>PENR</i>			-0.002	-0.002	0.02	
<i>PMAYNRL</i>			-0.09	-0.11	0.99	
<i>PCNRL</i>			-0.02			
<i>PCJNRL</i>				-0.23		

Fuente: Elaboración propia con base a datos promedios de las variables explicativas y los parámetros de la forma reducida de la salida de SAS.

Los coeficientes de elasticidad de la precipitación y la disponibilidad de agua para riego que se relacionan con el saldo de comercio exterior de la naranja resultaron inelásticas, los valores fueron 0.41 y 0.54, respectivamente. Si se considera un aumento del 10 % de la precipitación y

disponibilidad de agua para riego, el saldo de comercio exterior crecería en 4.1 y 5.4 %, respectivamente. Por otra parte, se observa que la temperatura influye de manera importante en el saldo de comercio exterior de la naranja, debido a que la elasticidad que relaciona ambas variables es muy elástica (16.60), esto indica que un aumento de 10 % en la temperatura haría crecer el saldo de comercio exterior en 166 %.

Efectos del cambio climático en la producción de naranja en México

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014) señalan que para el 2030 la temperatura incrementará en 1.5 ° C en México, este aumento representa el 7 % respecto al promedio de la temperatura del periodo 2014 al 2016. Para el año 2050 la temperatura incrementará en 5° C (22 %). La precipitación disminuye para el 2030 en 5 % y para el 2050 en 14 %.

Cuadro 2.3 Efectos del cambio climático en la producción de naranja en México. Cifras en ton.

Escenarios	Modalidad de producción	Base	Cambio en la precipitación	Cambio en la temperatura	Cambio en la precipitación y temperatura
2014-2016	QPNT	3,069,944			
2030	QPNT		3,060,489 (-0.3)	3,335,186 (9.0)	3,324,731 (8.0)
2050	QPNT		3,044,731 (-0.8)	3,950,750 (29.0)	3,925,538 (28.0)
2014-2016	QPNR	1,557,397			
2030	QPNR		1,546,411 (-0.7)	1,752,152 (12.0)	1,743,680 (11.0)
2050	QPNR		1,528,102 (-2.0)	2,206,580 (42.0)	2,179,799 (40.0)

Las cantidades entre paréntesis son el cambio porcentual respecto al escenario base.

Fuente: Cálculo propio, con datos del modelo y del INECC.

Al aumentar la temperatura, la producción de naranja en temporal aumentará en 9 % para el año 2030 y 29 % para el año 2050, por su parte, la producción en riego aumentará 12 % en 2030 y 42 % para el año 2050.

Al disminuir la precipitación, la producción de naranja en temporal caería en 0.3 % para el 2030 y 0.8 % para el 2050. En este mismo sentido, al disminuir la disponibilidad de agua para riego la producción en riego reducirá 0.7 % en 2030 y 2 % para el 2050.

Cuando se analiza el cambio en la temperatura y precipitación promedio de manera simultánea, la producción de naranja en temporal para el 2030 y 2050 aumentará 8 y 28 %, respectivamente; y la producción en riego aumentará 11 % en 2030 y 40 % en 2050.

CONCLUSIONES

Los resultados del modelo de ecuaciones simultáneas indican que la temperatura tiene un fuerte impacto sobre la producción de naranja con elasticidades de 1.25 para la producción de temporal y de 1.80 para la producción en riego. En contraste a lo anterior, la producción de naranja de riego responde de manera inelástica a los cambios en la precipitación y en la disponibilidad de agua para riego, pues las elasticidades resultaron de 0.05 para temporal y de 0.14 para riego.

Considerando cambios en la temperatura y precipitación pluvial de manera simultánea se proyecta que la producción de naranja en temporal aumentará en 8 % para el año 2030, y 28 % para el año 2050. De manera similar, la producción de naranja obtenida en riego podría aumentar 11 % en 2030 y en 40 % para el año 2050.

LITERATURA CITADA

- Aguirre Botello, Manuel. 2017. Termómetro de la economía mexicana, indicadores históricos 1935-2017. Disponible en <http://www.mexicomaxico.org/Voto/termo.htm> (fecha de consulta, marzo de 2017).
- Araus, José Luis, Gustavo A. Slafer, Conxita Royo y M. Dolores Serret. 2008. Breeding for yield potential and stress adaptation in cereals. *Critical Reviews in Plant Science* 27: 377-412.

BANXICO (Banco de México). 2017. Serie histórica del tipo de cambio. Sistema de información económica. Disponible

en:<http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CF372&locale=es> (fecha de consulta, marzo de 2017).

Bonilla, Alexander, Ramón Rosales y Jorge Maldonado. 2003. El valor económico de la predicción del fenómeno El Niño Oscilación (ENOS) en el sector azucarero colombiano. *Desarrollo y Sociedad*. 52: 1-38.

Caldentey Albert, P. y Ana C. Gómez Muñoz. 1993. *Economía de los Mercados Agrarios*. Ed. Mundi-Prensa. Universidad de Córdoba. Madrid, España. 209 p.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. Estadísticas agrícolas de los distritos de riego. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/sgih-1-10libroeadr2008-09.pdf> (fecha de consulta, marzo de 2017).

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2016. Reporte del clima en México. Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional. 6 (7). 1-30 p.

Disponible en:

<http://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Climatolog%C3%ADa/Diagn%C3%B3stico%20Atmosf%C3%A9rico/Reporte%20del%20Clima%20en%20M%C3%A9xico/RC-Julio16.pdf> (fecha de consulta, octubre de 2017).

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2017. Temperatura promedio. Disponible en:

<https://datos.gob.mx/busca/dataset/temperatura-promedio-excel> (fecha de consulta, octubre de 2017).

CONASAMI (Comisión Nacional de Salarios Mínimos). 2017. Salario mínimo general promedio de los estados unidos mexicanos 1964-2016. Disponible en:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/105354/Salario_Minimo_General_Promedio_de_los_Estados_Unidos_Mexicanos_1964_-_2016.pdf (fecha de consulta, marzo de 2017).

Conde Cecilia, Rosa M. Ferrer y Diana Liverman. 2000. Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de Maíz de temporal mediante el modelo CERES-MAIZE. *ResearchGate*. 93-110 p.

Deressa, T., R. Hassan y D. Poonyth. 2005. Measuring the impact of climate change on South African agriculture: the case of sugar-cane growing regions. *Agrekon*: (44) 4: 524- 542.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1985.

Situación y perspectivas de los productos básicos. Colección FAO: desarrollo económico y social. 40: 138p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2000.

Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe. Cartilla tecnológica 10. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s35.htm> (fecha de consulta, febrero de 2017).

FAOSTAT (The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database). 2017.

Cultivos y productos de ganadería. Base de datos. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TP> (fecha de consulta, marzo de 2017).

García Figueroa, Salvador. 2002. Un modelo de ecuaciones simultáneas del mercado de café mexicano 1960-2000. Universidad Autónoma Chapingo. Tesis de maestría. Chapingo, México. 152 p.

- García Mata, Roberto, José Alberto García Salazar y Roberto Carlos García Sánchez. 2003. *Teoría del Mercado de Productos Agrícolas*. Instituto de Socioeconomía, Estadística e Informática, Programa de Postgrado en Economía. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 382 p.
- Gay, C., F. Estrada, C. Conde, H. Eakin y L. Villers. 2006. Potential Impacts of Climate Change on Agriculture: A Case of Study of Coffee Production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*. 79: 259-288.
- González Machorro, María Félix. 2012. Mercado del Plátano en México 1971-2010, un modelo econométrico. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestría. Montecillos. Texcoco, México. 195 p.
- GREENPEACE. 2010. México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Disponible en:
<http://www.greenpeace.org/mexico/global/mexico/report/2010/6/vulnerabilidad-mexico.pdf>
(fecha de consulta, septiembre de 2017).
- Gujarati Damodar, N. y Dawn C. Porter. 2010. *Econometría*. 5ta. ed., Edit. McGraw-Hill. México, D.F. 921 p.
- Ibarrarán Viniegra, María Eugenia y Melissa Rodríguez Segura. 2007. Estudio sobre Economía del Cambio Climático en México. Reporte final. Instituto Nacional de Ecología. Universidad Iberoamericana. 70 p.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2011. Estadísticas hidrométricas. Disponible en: <http://www.edistritos.com/DR/estadisticaHidrometrica/serie.php> (fecha de consulta, marzo de 2017).

- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). 2014. Actualización y divulgación de los nuevos escenarios de cambio climático aplicados a México para fortalecer las capacidades nacionales. Coyoacán, ciudad de México. 168 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Encuesta Industrial Mensual. Varias ediciones. Disponible en: http://buscador.inegi.org.mx/search?tx=encuesta+mensual+industrial&q=encuesta+mensual+industrial&site=sitioINEGI_collection&client=INEGI_Default&proxystylesheet=INEGI_Default&getfields=&entsp=a__inegi_politica&lr=lang_es%257Clang_en&lr=lang_es%257Clang_en&filter=1 (fecha de consulta, marzo de 2017).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Balanza comercial de mercancías de México. Anuario estadístico. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anurio_balanza/exp_pesos/EP201401.pdf (fecha de consulta, marzo de 2017).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Banco de información económica. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/> (fecha de consulta, marzo de 2017).
- López Santiago, Marco Andrés, Ramón Valdivia Alcalá, Juan Hernández Ortiz y José Luis Romo Lozano. 2010. Elasticidades y flexibilidades de los productos cítricos en México. *Revista mexicana de economía agrícola y de los recursos naturales*. (3) 2: 97-112.
- Martínez Damián, Miguel Ángel y José Antonio Vargas Oropeza. 2004. Un sistema de demanda casi ideal aplicado a once frutas en México 1960-1998. *Revista Fitotecnia Mexicana*. (27) 4: 367-375.

- Nelson, Gerald C., *et al.* 2009. Cambio Climático: el Impacto en la Agricultura y los Costos de Adaptación. *Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI)*. Política alimentaria informe. Washington, D.C. 19 p.
- Nerlove, Marc. 1956. Estimate of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities. *Journal of Farm Economics*. (38) 2: 496-509.
- Plan Rector Sistema Nacional de Cítricos. 2005. *Segunda fase: diagnóstico inicial base de referencia estructura estratégica*. Disponible en: http://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2007/06/prn_citri.pdf (fecha de consulta, febrero de 2017).
- PROFECO (Procuraduría Federal del Consumidor). 2017. ¿Quién es quién en los precios? (Comunicación personal) (fecha de consulta, marzo de 2017).
- Rodríguez Quibrera, Cynthia Guadalupe y Alberto Mendoza Herrera. 2014. Una amenaza para la citricultura mexicana. *Revista La ciencia y el hombre*. 27 (1). Disponible en: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num1/articulos/amenaza-para-la-citricultura.html> (fecha de consulta, octubre de 2017).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2017. México quinto productor mundial de naranja. Disponible en: <https://www.gob.mx/sagarpa/articulos/mexico-quinto-productor-mundial-de-naranja?state=published> (fecha de consulta, marzo de 2017).
- Salois, Matthew J., Carlos E. Jauregui y Mark G. Brown. 2012. An Economic Model of Long-run Supply and Demand Forecasts for Florida Oranges. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 125:122-125.
- SAS (Statistical Analysis System) Institute. 1999. SAS/ETS User's Guide, Version 8. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC, USA. 1546 p.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2017. Precipitación media por entidad federativa. Base de datos. Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA01_09&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=* &NOMBREANIO=* (fecha de consulta, marzo de 2017).

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017a. Avance de siembras y cosechas. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do (fecha de consulta, noviembre de 2017).

SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017b. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/icultivo/index.jsp (fecha de consulta, marzo de 2017).

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2012. El medio ambiente en México 2013-2014
Disponible en: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/05_atmosfera/5_2_3.html (fecha de consulta, octubre de 2017).

SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2017. Panorámica de Precios de la Naranja. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/2010prueba/FrutasPanoramicaXAnio.asp?Cons=D&uni=&prodC=9054&dest=T&Anio=1998&AqAnio=2016&Panor=OriPres&Formato=Nor&submit=Ver+Consulta> (fecha de consulta, marzo de 2017).

Stamer, Hans. 1969. *Teoría del Mercado Agrario*. Editorial academia. León, España. 336 p.

Tomek, William G. y Kenneth L. Robinson. 2003. *Agricultural Product Prices*. Fourth edition. Cornell University Press. Ithaca and London. 428 p.

Tubiello, F.N., C. Rosenzweig, R.A. Goldberg, S. Jagtap y J.W. Jones. 2002. Effects of Climate Change on US Crop Production: Simulation Results Using Two Different GCM Scenarios. Part I. Wheat, Potato, Maize, and Citrus. *Climate Research*. (20): 259-270.

USDA (United States Department of Agriculture). 2017. Base de datos. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads> (fecha de consulta, marzo de 2017).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

1. Conclusiones

1. La naranja es la fruta más importante en México, por la superficie sembrada y por la generación de empleo. En el año 2016 la superficie sembrada fue de 336 mil hectáreas y demandó 28 millones de jornales.
2. La naranja contribuye en la dieta de los mexicanos, ya sea como consumo en fresco o en jugos. En el año 2016 el consumo per cápita fue de 37 kg de naranja en fresco, mientras que el consumo de jugo procesado es muy bajo; sin embargo los mexicanos consumen jugo recién exprimido en casa o en puestos ambulantes este consumo se aproxima a los 3 galones per cápita.
3. La naranja como la mayoría de los productos agrícolas presenta problemas de volatilidad, esto afecta al ingreso y ganancia de los productores.
4. La mayor parte de la producción de la naranja en México se destina para el consumo en fresco y el resto para la industria.
5. Para analizar la volatilidad de precios de la naranja en México se propuso un modelo dinámico de ecuaciones simultáneas que consta de 3 variables endógenas; la superficie sembrada, la producción y el precio al mayoreo de la naranja.
6. El modelo dinámico propuesto, permite obtener multiplicadores para el corto plazo; sin embargo, debido a la inestabilidad del mercado de la naranja no se permite obtener los multiplicadores de largo plazo.
7. Con base a la raíz característica, el mercado de la naranja tiene un comportamiento de cambio instantáneo que provoca volatilidad, siendo así factible la intervención del gobierno para controlar la volatilidad de precios.

8. Una vez estimado el modelo se realizaron distintos escenarios a corto plazo; una disminución de la superficie sembrada de 10 y 20 %, disminuye la superficie sembrada en 8.5 y 16.9 %, la producción disminuye en 7.3 y 14.7 % y el precio al mayoreo aumenta en 2.9 y 5.8 %, respectivamente.
9. Al analizar movimientos simultáneos de una contracción de la superficie en 10 % y un aumento de 10 % en el precio promedio real al consumidor de toronja; la superficie disminuye en 8.5 %, la producción baja en 7.3 % y el precio al mayoreo aumenta 10.4 %.
10. Analizar cambios simultáneos de una disminución en la superficie sembrada y aumentos en el ingreso per cápita y el precio promedio real al consumidor de melón, aumentan el precio al mayoreo de la naranja en 8.3 y 8.0 %, respectivamente.
11. Movimientos simultáneos en disminución de la superficie y disminuciones en el salario mínimo real y la precipitación pluvial, estas medidas aumentan el precio al mayoreo de la naranja en 3.7 y 3.6 %, respectivamente.
12. Disminuir la superficie sembrada de naranja puede ser una medida de control de la oferta para evitar los excesos de producción que causan volatilidad. Esta medida requiere un gran esfuerzo de planeación.
13. Para analizar cómo impacta el cambio climático sobre la producción de la naranja en México, se propuso un modelo de ecuaciones simultáneas en la cual se consideran dos funciones de oferta (temporal y riego), dos de demanda (fresco e industria), cinco de transmisión de precios y tres identidades de cierre del modelo.
14. La elasticidad precio de la oferta resultaron ser inelásticas; 0.07 para la oferta de temporal y 0.06 para la oferta de riego.

15. La elasticidad precio de la demanda resultaron inelásticas; -0.24 para la demanda en fresco y -0.35 para la demanda industrial.
16. La producción (oferta) de naranja responde inelásticamente a la precipitación y a la disponibilidad de agua para riego 0.05 y 0.14, respectivamente.
17. La producción de naranja temporal y de riego responde de manera elástica a la temperatura, 1.25 y 1.80, respectivamente.
18. Una vez estimado el modelo se analizaron escenarios de cambio en la temperatura y precipitación para el año 2030 y 2050.
19. Aumentos en la temperatura para el 2030 y 2050 provocarán que la producción de temporal de la naranja aumente en 9 y 29 %, respectivamente y la producción de riego aumente en 12 y 42 % para esos mismos años.
20. Reducciones en la precipitación para el 2030 y 2050 traerá como consecuencia que la producción de temporal disminuya en 0.3 y 0.8, respectivamente. Mientras que la producción de riego disminuye en 0.7 y 2 % para esos mismos años.
21. Análisis simultáneos de incrementos en la temperatura y disminuciones en la precipitación para el 2030 y 2050 indican que la producción de temporal aumentará en 8 y 28 %, para el caso de la producción en riego aumentará en 11 y 40 %, respectivamente.

2. Recomendaciones

1. Los excesos de oferta temporal de la naranja ocasiona que exista volatilidad en los precios en este cítrico, este problema afecta económicamente a los productores. Por tal motivo, se recomienda medidas de control de la oferta; una de ellas podría ser la reducción de la superficie sembrada, esta medida podría contribuir a la reducción de la volatilidad de los precios.
2. Debido a que el mercado de la naranja tiene un comportamiento de cambio espontaneo, que podría generar volatilidad de precios, se recomienda la intervención del gobierno mediante la aplicación de medidas de control de oferta de naranja. Es importante mencionar que dicha medida requiere de un esfuerzo de planeación.