



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

# Impacto del precio del tomate mexicano de agricultura protegida en el mercado de los Estados Unidos de América

LUZ EVELIA PADILLA BERNAL.<sup>1</sup>

ELIVIER REYES RIVAS.\*

JOSÉ ROBERTO GONZÁLEZ HERNÁNDEZ.\*

## Resumen

Los flujos comerciales de tomate mexicano hacia los EUA se han incrementado en los últimos años, especialmente los cultivados bajo agricultura protegida. Los productores de campo abierto han sentido los efectos de la creciente competencia de los tomates de agricultura protegida, pero tienen poca información para evaluar los probables efectos en los precios de la industria. Se examina cómo los precios en punto de embarque y en mercado terminal de los tomates roma mexicanos de campo abierto mexicanos y americanos reaccionan ante cambios de los precios de los tomates mexicanos cultivados bajo agricultura protegida. Se aplicó un modelo vector-autoregresivo y pruebas de causalidad de Granger asumiendo mercados integrados. Los precios de los tomates mexicanos en punto de embarque de campo abierto y agricultura protegida influyen en los cambios de precio de los tomates americanos. Se muestra que la distancia es un factor importante en el proceso de formación del precio.

**Palabras clave:** análisis de precios, mercados del tomate, invernaderos.

## Abstract

Trade flows of Mexican fresh tomatoes to the US increased considerably in the recent years, especially those cultivated under protected agriculture. Open field growers have felt the effects of growing competency of protected agriculture fresh tomatoes, but they have little information for assessing the probable effects in the industry prices. This work examines how shipping point and terminal market prices of open field roma Mexican and American fresh tomatoes react to changes in Mexican fresh tomato prices cultivated under protected agriculture. It was applied a vector autoregressive model and Granger causality tests assuming integrated markets. Changes in shipping point prices of open field and protected agriculture Mexican fresh tomatoes impact prices of American fresh tomatoes. It was shown that distance is an important factor in the price formation process.

**Key words:** price analysis, tomato markets, greenhouses.

---

<sup>1</sup>\* Universidad Autónoma de Zacatecas-Unidad Académica de Contaduría y Administración.

## **Antecedentes**

Los flujos comerciales de frutas y hortalizas de México a los Estados Unidos de América (EUA) se han incrementado en las dos últimas décadas. En el caso específico del tomate, las exportaciones de tomate mexicano al mercado de Americano han aumentado a una tasa media de crecimiento anual del 7.3% anual en los últimos 12 años (USITC, 2013). El patrón del comportamiento de las exportaciones mexicanas muestra una clara tendencia de aumento en los cargamentos de tomate cultivados bajo agricultura protegida y roma (plum) cultivados en campo abierto. El concepto de agricultura protegida se aplica a los sistemas de producción que realizan sus actividades bajo una cubierta que protege al cultivo de los eventos climáticos.

El rápido crecimiento de la industria del tomate bajo agricultura protegida ha traído como consecuencia periodos de precios bajos en el mercado de los EUA, tanto de los productos de agricultura protegida como de las variedades producidas a campo abierto, principalmente a finales de la primavera y durante el verano, cuando Canadá, EUA y México ofertan sus productos (USDA-AMS, 2012; USITC, 2013). Los productores de Sinaloa y Baja California en México son los proveedores de la mayor parte de los tomates exportados a EUA y tienen como punto de embarque al mercado americano Nogales, AZ y San Diego, CA. Para los tomates de agricultura protegida proveniente de las regiones centro y norte de México el punto de entrada es Laredo, TX. Los mercados terminales de mayor venta para el producto mexicano se encuentran en el oeste de los EUA, mientras que Florida domina los mercados terminales del noreste y sureste. Los tomates de Florida y Mexicanos compiten por los mercados terminales centro-norte (USDA-ERS, 2012).

Estudios previos han mostrado que los mercados mexicano y estadounidense de tomate están integrados (Jordan y Van Sickle, 1995; Padilla-Bernal, Thilmany y Loureiro, 2003), aunque éstos no siempre se encuentran en un equilibrio competitivo a largo plazo. Este equilibrio depende del periodo de tiempo analizado, metodología usada y presencia de factores institucionales, tales como estrategias de mercado a largo plazo y políticas comerciales. Los estudios concluyen que la distancia es uno de los principales factores que influyen en que los mercados que operen ineficientemente, lo que se atribuye a rezagos o asimetría en la información.

## **Objetivo y preguntas de investigación**

Conforme la oferta de tomate de agricultura protegida en el mercado de los EU se incrementa, también aumenta la probabilidad de sus precios impacten los precios del tomate de campo abierto y viceversa, esto es, que se observe interdependencia de precios. El objetivo de este trabajo es examinar cómo los precios del tomate roma (plum) mexicano y americano en punto de embarque,

de agricultura protegida o campo abierto, así como de los mercados terminales, se impactan unos a otros. El análisis se hace bajo un esquema de mercados integrados, esto es, donde flujos comerciales son observados. Los productores de campo abierto han sentido los efectos de la creciente competencia de los tomates de agricultura protegida, pero tienen poca información para evaluar los probables efectos en los precios de la industria (Cook y Calvin, 2005). Estudios que permitan explicar su comportamiento, así como el impacto que la acelerada expansión de la industria de invernadero está teniendo en los productores de campo abierto serán de utilidad para la toma de decisiones de los productores-comercializadores, exportadores y líderes de la industria del tomate mexicanos y estadounidenses, así como autoridades gubernamentales. Se responde a las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo reaccionan los precios de los tomates roma (plum) mexicanos y americanos, en punto de embarque y en mercado terminal, ante cambios de los precios de los tomates mexicanos cultivados bajo agricultura protegida? ¿Está impactando el precio de tomates mexicanos de agricultura protegida a los precios de los cultivados en campo abierto?

El estudio analiza los patrones de reacción de precios usando un modelo de vector-autoregresivo (VAR) no restringido. A diferencia de otros trabajos que aplican la prueba de causalidad de Granger para probar mercados integrados, este documento siguiendo lo propuesto por Barrett (2008) asume que los mercados para los tomates mexicanos y americanos en los EUA están integrados. Se hace notar que debido a la poca información pública disponible sobre precios y flujos comerciales de los tomates de agricultura protegida de los EUA, en este trabajo sólo se hace uso de series precios de tomate de estadounidense de campo abierto, hecho que debe ser tomado en consideración en el desarrollo del modelo y la interpretación de los resultados.

### **El mercado del tomate en los eua y las importaciones mexicanas**

La industria del tomate bajo agricultura protegida en México, al igual que en los Estados Unidos de América (EUA) y Canadá ha crecido considerablemente en las dos últimas décadas (Cook y Calvin, 2005; Calvin, Thorbsbury y Cook, 2012). Por su parte, la producción en campo abierto en los EUA y en México ha disminuido o se ha estabilizado y se espera una reducción en los próximos años (García *et al.*, 2011; Calvin, Thorbsbury y Cook, 2012).

El crecimiento de los sistemas de producción bajo agricultura controlada en los países de América del norte ha generado caída en el precio del tomate en el mercado de los EUA durante algunos meses en el año, principalmente cuando los productos de los tres países son ofertados. La sobreoferta de tomate de agricultura protegida probablemente impacta los precios de las variedades producidas a campo abierto. La comercialización del tomate de agricultura protegida se complica

cuando los productores de Canadá, México y EUA están simultáneamente en el mercado, lo que ha llevado a disputas legales entre grupos de productores (Cook, 2002; Cook y Calvin, 2005; USDC, 2013).

La demanda por tomates en el mercado de los EUA ha observado un aumento constante en las dos últimas décadas. El consumo per cápita pasó de 15.5 lb en 1990 a 20.8 lb en 2010 (USDA-ERS, 2013). Durante este periodo analizado la tasa media de crecimiento anual del consumo fue de 1.9%. La producción interna no ha sido suficiente para cubrir la demanda, por lo que se recurre a las importaciones de México y Canadá principalmente (Cuadro 1). En la década pasada las importaciones de estos dos países representaron en promedio el 33.6% y el 4.70%, respectivamente, del consumo de los EUA. Los cambios en gustos y preferencias de los consumidores, quienes demandan el producto durante todo el año, la baja en la producción de los EUA, la política de apertura comercial, las estrategias de mercado de integración temporal y los cambios en la organización realizados de los productores-comercializadores son algunos de los factores que explican el aumento de las importaciones estadounidenses.

Cuadro 1. Producción de tomate en EUA, exportaciones, importaciones y participación de mercado  
(Miles de toneladas)

	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 <sup>f</sup>
Producción <sup>1</sup>	1,887.9	1,903.7	1,833.0	1,721.7	1,612.3	1,712.5	1,519.2	1,621.1
Exportaciones <sup>1</sup>	186.2	148.1	144.1	161.3	168.9	170.4	120.7	128.8
Oferta doméstica	1,701.7	1,755.6	1,688.9	1,560.3	1,443.5	1,542.2	1,398.5	1,492.3
Importaciones <sup>2</sup> :	730.1	951.8	992.3	1,070.8	1,116.3	1,189.6	1,532.5	1,491.0
México	590.0	801.4	844.3	949.5	987.9	1,046.9	1,380.1	1,327.3
Canadá	101.4	141.6	135.1	111.7	119.4	130.3	142.6	141.3
Holanda	27.9	6.3	6.1	0.3	3.4	5.3	0.9	0.3
Otros países	10.9	2.5	6.7	9.4	5.6	7.1	8.9	22.0
Consumo	2,431.8	2,707.4	2,681.2	2,631.1	2,559.8	2,731.8	2,931.0	2,983.3
Participación de las importaciones	30.0%	35.2%	37.0%	40.7%	43.6%	43.5%	52.3%	50.0%
Participación de mercado de productores mexicanos	24.3%	29.6%	31.5%	36.1%	38.6%	38.3%	47.1%	44.5%
Participación de mercado	4.2%	5.2%	5.0%	4.2%	4.7%	4.8%	4.9%	4.7%

de productores canadienses

Participación de mercado 70.0% 64.8% 63.0% 59.3% 56.4% 56.5% 47.7% 50.0%

de productores de EUA

Participación de mercado 1.6% 0.3% 0.5% 0.4% 0.4% 0.5% 0.3% 0.7%

de los otros países

Notas: f= ERS forecast.

Fuente: <sup>1</sup>USDA-ERS, 2013. <sup>2</sup>USITC, 2013.

El rápido crecimiento de las importaciones de los EUA de tomate mexicano se observa en la participación de México en el mercado americano, la cual pasó del 24.3% en el año 2000 al 44.5% en 2012 (Cuadro 1). En la década de los 90s el 60% de las importaciones era tomates bola, en su mayoría vine ripe cultivados a campo abierto (Padilla-Bernal, 2001), en el 2012 éstos representaron sólo el 12% (USITC, 2013). A través de la primera década del siglo 21 y en la actualidad, los cargamentos de tomates roma (plum) y algunas especialidades de campo abierto, así como las variedades de agricultura protegida (greenhouse) se han incrementado (USITC, 2013) (Cuadro 2). Por ejemplo, los tomates roma (plum) de campo abierto en el 2012 alcanzaron una participación del 39.9% del total de las importaciones de tomate mexicanas y en el caso de la participación del tomate bajo agricultura protegida, ésta cambió de un 4.6% registrado en el 2000 a un 42.2% en el 2012 (USITC, 2013), de los cuales la mayor parte es tomate roma (plum). En cuanto al valor de las importaciones de tomate mexicano, el de agricultura protegida se ha incrementado del 8.8% al 51.1% del 2000 al 2011 y el del tomate roma pasó de 37.4% al 30.7% en estos mismos años. Debe señalarse que durante este periodo el precio FOB de los tomates de agricultura protegida en frontera ha sido en promedio hasta un 60% más alto que los de campo abierto (García *et al.*, 2011; USITC, 2013).

Cuadro 2. Exportaciones de tomate mexicano a los EUA (Miles de toneladas)

	Greenhouse <sup>1</sup>	Campo abierto			Total
		Cherry	Grape	Roma Bola <sup>2</sup>	
2000	27.5	37.8	246.6	278.0	590.0
2001	33.4	39.4	294.3	312.1	679.2

2002	42.1	39.3	16.9	315.9	309.8	724.0
2003	58.4	32.4	25.1	345.8	323.4	785.0
2004	93.1	35.5	33.3	350.1	266.9	779.0
2005	149.5	31.2	35.5	358.1	227.1	801.4
2006	177.2	31.1	34.9	372.5	228.6	844.3
2007	249.8	27.4	43.1	424.4	204.9	949.5
2008	299.1	24.4	53.3	419.7	191.4	987.9
2009	353.8	21.5	49.8	438.2	183.6	1,046.9
2010	438.6	18.0	69.5	610.2	243.8	1,380.1
2011	520.1	21.1	56.6	544.8	184.7	1,327.3
2012	582.9	15.1	65.7	550.7	165.7	1,380.1

---

Nota: <sup>1</sup> No se especifica el tipo de tomate.

<sup>2</sup> Registrados como tomate bola, los que en su mayoría son vine ripe.

Fuente: USITC, 2013.

El aumento de las exportaciones del tomate mexicano a los EUA y un periodo inusual de precios bajos observado durante el 2012 (USITC, 2013; Flores, 2012) provocó protestas por parte de los productores estadounidenses, quienes en el segundo semestre del 2012 solicitaron la eliminación del acuerdo de precio signado en 1996 (USDC, 1996). El conflicto se ha superado con la firma de un nuevo acuerdo en donde se actualizaron los precios de referencia y se incluyeron precios adicionales para tomates cultivados bajo ambiente controlado y tomates de especialidades (USDC, 2013), lo que genera mayor certidumbre a los productores. Con base en este acuerdo los tomates de ambiente controlado son aquellos que han sido cultivados en una estructura completamente cerrada permanente de aluminio o fija de acero cubierta con vidrio, plástico impermeable o policarbonato, usando riego automatizado y control de clima, incluyendo calefacción y ventilación, cultivados con métodos hidropónicos.

Los estados de California y Florida son los principales productores de tomate a campo abierto en los EUA, cultivando en conjunto cerca del 75% de la oferta doméstica. La temporada de Florida va de octubre a junio, mientras que la de California de mayo a noviembre, generando una oferta durante todo el año de tomates mature green y roma (plum). La mayor producción de tomates de agricultura

protegida se encuentra en los estados de Arizona, California y Texas (Calvin, Thorbsbury y Cook, 2012).

En México, los estados de Sinaloa y Baja California producen alrededor del 40% del total de tomates cultivado a campo abierto (SAGARPA-SIAP 2011a). Por su parte, el 50% del área cultivada con agricultura protegida se concentra en los estados de Sinaloa, Baja California, Baja California Sur and Jalisco (SAGARPA-SIAP, 2012). Los productores optimizan sus ganancias colocando su producto en proporciones variables en los mercados doméstico y de exportación. La temporada de producción de Sinaloa de campo abierto y agricultura protegida va de diciembre a mayo, mientras que la de Baja California en campo abierto es de mayo a noviembre, con producción de agricultura protegida durante los meses de invierno e inicios de la primavera (AMS, 2013). En la década de los 90s, los cargamentos provenientes del estado de Sinaloa eran mayormente de tomate bola (57.8%) y roma (plum) (37.2%) de campo abierto (USITC, 2013). A partir del año 2004, los tomates roma (plum) provenientes del estado de Sinaloa, ingresando a los EUA por Nogales, AZ, superaron a los bola y en el 2011 el mayor volumen exportado fue de agricultura protegida, reportados por el USITC (2013) como greenhouse.

De la producción de tomates de la península de Baja California exportada al mercado de los EUA durante la década pasada y teniendo como puerto de entrada San Diego, CA, la mayor parte fue de campo abierto (vine ripe, 59.7% y roma, 27.5%), con un menor volumen de greenhouse (4.5%) (USITC, 2013). Otro puerto de entrada que ha presentado gran actividad en los últimos años es Laredo, TX. Este se caracteriza por el ingreso de cargamentos mayoritariamente de tomates greenhouse de las regiones centro y occidente de México. Los Ángeles y San Francisco, ubicados en la región oeste de los EUA reciben la mayor parte de los tomates mexicanos, mientras que Florida provee las regiones noreste y sur. Los productores mexicanos y de Florida compiten por los mercados terminales del norte-centro (Padilla-Bernal et al., 2003; USDA-ERS, 2012).

La tendencia hacia el crecimiento de las exportaciones mexicanas de tomate de ambiente controlado se confirma con la rápida expansión de la superficie cultivada en estos sistemas de producción en todo el país. En el 2003 se estimaba que en México se cultivaban 950 ha y en el 2011 se reportan 17,189 ha<sup>2</sup> (SAGARPA-SIAP, 2011b), de las cuales el 70% producen tomate, generando oferta del producto durante todo el año. Debido a las buenas condiciones de clima en México para el desarrollo de la agricultura protegida algunos productores de los EU y Canadá han invertido en México, reduciendo el costo del combustible para la calefacción y el riesgo en la producción

---

<sup>2</sup> El tipo de estructuras en esta superficie es muy variado, 35.4% son casa sombra, 34.5% invernaderos, 18.7% macro túnel, 8.7% techo sombra y el restante 2.7% micro túnel, pabellón y vivero.



(Calvin, Thornsby y Cook, 2012). El rendimiento por hectárea depende en gran medida del nivel tecnológico aplicado, el cual puede ser desde 164.7 ton en un sistema de producción de baja tecnología tipo Almería hasta 580.8 ton en sistemas de producción de alta tecnología (Padilla-Bernal et al., 2007).

Los productores de tomate de California, Florida, Sinaloa y Baja California además de estar verticalmente integrados como productores comercializadores, cada vez están más integrados en el tiempo, produciendo en múltiples regiones durante todo el año, lo que les permite extender los periodos en que ofertan sus productos, diversificar la producción y el riesgo de comercialización (Wilson, Thompson y Cook, 1997; Wilson y Thompson, 2003; Calvin, Thornsby y Cook, 2012). Como resultado se ha generado mayor concentración en la industria tanto en la producción de campo abierto como en ambiente controlado, pocos productores comercializadores controlan gran parte de la producción en California, Florida y Sinaloa (Thompson y Wilson, 1997; Wilson y Thompson, 2003; García *et al.*, 2011). Esos cambios han impactado la estructura y conducta de la industria, incrementando la probabilidad de comportamiento imperfectamente competitivo en algunos mercados. Tomando en cuenta esas estrategias de producción y comercialización, así como el creciente flujo de cargamentos de tomate hacia el mercado americano, se considera alta la probabilidad de que se presente interdependencia de precios de los tomates de invernadero y campo abierto mexicanos y estadounidenses.

### **El tomate mexicano en los estados unidos y el papel de los precios en la integración de mercados.**

Para determinar si dos mercados están integrados, en muchas ocasiones se ha recurrido a probar si la ley de un solo precio (LUP) se observa. Esto es, si hay co-movimiento de precios entre mercados se ha dicho que los mercados están integrados, de otra forma se concluye que los mercados están segmentados. Algunos de los estudios que han probado empíricamente la LUP han usado solo precios (Lele, 1967; Timmer, 1974; Ravallion, 1986; Ardeni, 1989; Baffes, 1991; Goodwin, 1992; Jordan y VanSickle, 1995). Sin embargo, los métodos de análisis de mercado que usan precios y costos de transacción llegan a superar muchos de los problemas que se presentan cuando se usan solo precios (Baulch, 1997; Goodwin y Piggott, 2001; Amikuzuno, 2009). Por su parte Barrett y Li (2002) señalan que añadiendo información sobre flujos comerciales a esos modelos se avanza en el análisis dado que se toma en cuenta la presencia de los costos de transacción no observables.

En efecto Barrett y Li (2002) desarrollaron un modelo que usa precios, costos de transacción e información sobre flujos comerciales. Este modelo supera muchos de los problemas que los

métodos convencionales de análisis de mercados han tenido para probar la integración de mercados. Por su parte Barrett (1996) señaló que la presencia de flujos comerciales es suficiente para probar integración de mercados, agregando que cuando la utilidad marginal es cero se presenta el caso de mercados en equilibrio. No obstante, los precios en estos mercados no responden necesariamente, uno a uno, a shocks de otro mercado.

Siguiendo el trabajo de Barret y Li (2002) quiénes hacen una diferenciación entre integración de mercados y equilibrio de mercado competitivo, Padilla-Bernal et al. (2003) aplicaron un modelo de límites de paridad ampliado (MLPA) para estudiar las relaciones inter-mercados entre las regiones productoras de tomate bola de México y tres mercados terminales en los EUA: Los Ángeles, Chicago y Boston. Este modelo incluye precios, costos de transacción y flujos comerciales. A través de la información de flujos comerciales se infirieron los efectos de los costos de transacción no observables u omitidos (premio por riesgo subjetivo, tasas de descuento, barreras no arancelarias, entre otros) (Barrett, 2008). Se encontró que los mercados están crecientemente integrados y que conforme la distancia entre mercados crece, la probabilidad de encontrar mercados que operan eficientemente decrece. Explicaciones potenciales para tales ineficiencias incluye los rezagos en información o en contratos preestablecidos, o a la presencia de costos de transacción no observables. Sin embargo, poca consideración se le dio a los efectos de los precios de las crecientes importaciones de tomate de agricultura protegida sobre los precios de los tomates de campo abierto mexicanos y estadounidenses.

## **Materiales y métodos**

Esta sección se dividió en dos apartados: a) en el primero se presenta el modelo aplicado para responder a la pregunta de investigación; b) en el segundo se exponen las fuentes de información y la forma en que se trabajó ésta para la construcción de las series de tiempo.

### **El modelo vector autoregresivo (VAR) y la prueba de causalidad de Granger**

Para determinar cómo los precios en punto de embarque y en mercado terminal de los tomates roma (plum) mexicanos de campo abierto mexicanos y americanos reaccionan ante cambios de los precios de los tomates mexicanos cultivados bajo agricultura protegida, se estimó un vector autorregresivo (VAR). El modelo de ecuaciones estimado por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) se presenta a continuación.

1)

$$P_{MF,t} = \alpha_{MF} + \sum_{d=1}^k \beta_{MF,d} P_{MF,t-d} + \sum_{e=1}^k \delta_{MF,e} P_{MG,t-e} + \sum_{f=1}^k \theta_{MF,f} P_{UF,t-f} + \sum_{g=1}^k \varphi_{MF,g} P_{ML,t-g} + \sum_{h=1}^k \kappa_{MF,t} P_{MC,t-h} + \phi_{MF,t} SD_t + \gamma_{MF,t} QD_t + \varepsilon_{MF,t}$$

$$P_{MG,t} = \alpha_{MG} + \sum_{d=1}^k \beta_{MG,d} P_{MF,t-d} + \sum_{e=1}^k \delta_{MG,e} P_{MG,t-e} + \sum_{f=1}^k \theta_{MG,f} P_{UF,t-f} + \sum_{g=1}^k \varphi_{MG,g} P_{ML,t-g} + \sum_{h=1}^k \kappa_{MG,t} P_{MC,t-h} + \phi_{MG,t} SD_t + \gamma_{MG,t} QD_t + \varepsilon_{MG,t}$$

$$P_{UF,t} = \alpha_{UF} + \sum_{d=1}^k \beta_{UF,d} P_{MF,t-d} + \sum_{e=1}^k \delta_{UF,e} P_{MG,t-e} + \sum_{f=1}^k \theta_{UF,f} P_{UF,t-f} + \sum_{g=1}^k \varphi_{UF,g} P_{ML,t-g} + \sum_{h=1}^k \kappa_{UF,t} P_{MC,t-h} + \phi_{UF,t} SD_t + \gamma_{UF,t} QD_t + \varepsilon_{UF,t}$$

$$P_{ML,t} = \alpha_{ML} + \sum_{d=1}^k \beta_{ML,d} P_{MF,t-d} + \sum_{e=1}^k \delta_{ML,e} P_{MG,t-e} + \sum_{f=1}^k \theta_{ML,f} P_{UF,t-f} + \sum_{g=1}^k \varphi_{ML,g} P_{ML,t-g} + \sum_{h=1}^k \kappa_{ML,t} P_{MC,t-h} + \phi_{UF,t} SD_t + \gamma_{ML,t} QD_t + \varepsilon_{ML,t}$$

$$P_{MC,t} = \alpha_{MC} + \sum_{d=1}^k \beta_{MC,d} P_{MF,t-d} + \sum_{e=1}^k \delta_{MC,e} P_{MG,t-e} + \sum_{f=1}^k \theta_{MC,f} P_{UF,t-f} + \sum_{g=1}^k \varphi_{MC,g} P_{ML,t-g} + \sum_{h=1}^k \kappa_{MC,t} P_{MC,t-h} + \phi_{MC,t} SD_t + \gamma_{MC,t} QD_t + \varepsilon_{MC,t}$$

Donde  $\alpha$  es una constante,  $P_{MF}$  y  $P_{MG}$  son los precios en punto de embarque del tomate roma (plum) mexicano de campo abierto y de agricultura protegida respectivamente;  $P_{ML}$  y  $P_{MC}$  son los precios de los mercados terminales de Los Ángeles y Chicago del tomate roma (plum) mexicano de campo abierto y  $P_{UF}$  son los precios en punto de embarque de los tomates roma (plum) americano de campo abierto.  $SD$  es una variable dummy que separa durante el año los periodos de presencia en el mercado de las principales regiones productoras de tomate de México y EUA: Sinaloa-Baja California y Florida- California respectivamente.  $SD = 1$  para las semanas de los meses de diciembre a junio;  $SD = 0$  en el resto de las semanas.  $QD$  es otra variable dummy, en donde  $QD = 1$  en febrero 2011, periodo en que se dispararon los precios, y  $QD = 0$  en el resto de las semanas. En febrero 2011, una fuerte helada registrada en Sinaloa, la principal región proveedora de tomate de invierno mexicana, redujo las exportaciones hacia los EUA alrededor de un 30%, lo que disparó los precios en el primer cuatrimestre de 2011.  $\varepsilon_i$  es el término de error, se supone normalmente distribuido con media cero y desviación estándar  $\sigma$ .

Con base en las pruebas estadísticas de Akaike information criterion (AIC) y modificado secuencial Likelihood Ratio (LR), el número de rezagos de cada una de las variables fue de cuatro. De igual forma, para asegurar no correlación serial en los errores se aplicó la prueba estadística

multivariada LM. A través de la prueba Jarque-Bera no se rechazó la hipótesis nula de normalidad en la distribución de los residuos.

A fin de probar si valores rezagados de los precios en punto de embarque de los tomates de agricultura protegida influyen significativamente en el comportamiento de los precios de campo abierto o viceversa; o en los precios de mercados terminales, previa identificación de estacionariedad a las series, se aplicó la prueba de causalidad de Granger. Este estadístico prueba que todos los rezagos en una variable son cero. Como ejemplo, una hipótesis nula sería:  $\delta_{MG,1} = \delta_{MG,2} = \delta_{MG,3} = \delta_{MG,4} = 0$ ; ésta preguntaría si los coeficientes de la variable precios en punto de embarque de tomate de agricultura protegida rezagados cuatro semanas en la ecuación de precios de tomate mexicano de campo abierto son cero. Al no rechazar la hipótesis, se infiere que los precios de agricultura protegida rezagados no tienen efecto en los precios del tomate mexicano de campo abierto.

### **Fuentes de información y construcción de series de tiempo**

El modelo VAR y la prueba de causalidad de Granger fueron estimados usando precios semanales de tomates roma (plum)<sup>3</sup> mexicanos de campo abierto en punto de embarque y mercado terminal, y en punto de embarque de agricultura protegida, así como en punto de embarque de campo abierto estadounidenses. Los precios fueron obtenidos del Agricultural Marketing Service (AMS) del USDA (2013), reportados en empaques de 25 libras y convertidos en dólares por libra. El periodo estudiado va de enero de 2009 a diciembre de 2012. La serie de precios en punto de embarque de tomates mexicanos de campo abierto se construyó con precios en Nogales, AZ (diciembre-mayo) y Otay Mesa, CA (mayo-noviembre) y la de agricultura protegida en Laredo, TX (enero-diciembre). La serie de precios de tomate mexicano en mercado terminal se construyó para Los Ángeles y Chicago. La serie de tomates americanos de campo abierto se formó con precios en diversos punto de embarque<sup>4</sup> en Florida (junio-octubre) y California (junio-octubre). Las series de precios se deflactaron con el índice de precios al consumidor base junio 2010 y se realizó la transformación logarítmica.

---

<sup>3</sup> Las series de precios en punto de embarque y de mercado terminal por libra de los tomates de campo abierto y de agricultura protegida se formaron como un promedio de los precios de empaques de 25 libras de tomates roma (plum) de las siguientes medidas: exlge, lge, med y sml.

<sup>4</sup> Los puntos de embarque para los tomates roma (plum) de Florida fueron: Central y South Florida, Sur Florida, Central Florida y Central District Florida. Para los de California el puntos de embarque fue el Central District.

Para identificar la estabilidad del VAR se aplicaron siguientes pruebas de estacionariedad a las series de precios: Dickey Fuller Aumentada (DFA), Phillips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Los resultados de las pruebas indican que todas las series de precios son estacionarias, rechazando la hipótesis nula de raíz unitaria en las pruebas DFA y PP y no rechazando la hipótesis de estacionariedad en la prueba KPSS (Cuadro 3), por lo tanto el VAR en niveles puede ser estimado.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas de estacionariedad en las series de logaritmo de precios semanales de los tomate roma (plum) en punto de embarque

Series	Prueba					
	DFA intercepto	DFA intercepto y tendencia	PP intercepto	PP intercepto y tendencia	KPSS intercepto	KPSS intercepto y tendencia
MX greenhouse SPP	-3.728**	-3.811*	-4.575**	-4.610**	0.219	0.105
MX field SPP	-3.838**	-3.903*	-4.595**	-4.577**	0.161	0.838
US field SPP	-3.454*	-3.644*	-4.264**	-4.393**	0.334	0.068
MX field LA -TMP	-3.809**	-3.935*	-4.619**	-4.623**	0.179	0.081
MX field CH -TMP	-4.141**	-4.159**	-4.914**	-4.9103**	0.135	0.085

Notas:\*\*/ y \*/ denota rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria a los niveles de significancia del 1% y 5%.

Los valores críticos al 1% y 5% de significancia para la pruebas DFA y PP son -3.462 y -2.875 con intercepto; -4.003 y -3.431 con intercepto y tendencia.

Los valores críticos al 1% y 5% para el rechazo de la hipótesis nula de serie estacionaria con la prueba KPSS son 0.739 y 0.463 con intercepto y 0.216 y 0.146 con intercepto y tendencia.

MX greenhouse SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de agricultura protegida.

MX field SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de campo abierto.

US field SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de campo abierto.

MX field LA-TMP = Precio en el mercado terminal de Los Ángeles de tomates mexicanos de campo abierto.

MX field CH-TMP = Precio en el mercado terminal de Chicago de tomates mexicanos de campo abierto.

### **Resultados empíricos**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la estimación del modelo VAR, la bondad del ajuste ( $R^2$ ) en las ecuaciones va del 0.78 a 0.86, con el menor valor para los precios en punto de embarque de los tomates de campo abierto de México y el mayor para los precios de campo abierto de tomates mexicanos en el mercado terminal de Chicago. La variable dummy estacional (*SD*) resultó estadísticamente significativa para la ecuación de precios de tomates de campo abierto de México en punto de embarque, denotando la influencia de los tomates de campo abierto de Sinaloa en el precio en punto de embarque en los EU. Por su parte la variable dummy que representa el impacto del mal clima en Sinaloa en la oferta de tomates, resultó estadísticamente significativa en todas las ecuaciones de precios, mostrando el fuerte impacto que un evento climatológico en México tiene en los precios de los mercados analizados.

Los resultados de la prueba de causalidad de Granger proveen una base para la discusión de interdependencias entre los mercados del tomate de los Estados Unidos (Cuadro 4), tanto en punto de embarque como en mercados terminales. Con base en el P-value no se rechaza la hipótesis nula de que los precios en punto de embarque de los tomates estadounidenses de campo abierto no impactan los precios de los tomates de mexicanos (P-value>0.05), en punto de embarque y en mercado terminal. Esta misma situación se presenta para los tomates de mexicanos en punto de embarque de campo abierto y de agricultura protegida hacia los mexicanos en punto de embarque de agricultura protegida y campo abierto respectivamente (P-value>0.05). En contraste, los precios en punto de embarque de los tomates americanos muestran ser sensibles a los cambios de precio en punto de embarque de los mexicanos (campo abierto y agricultura protegida), la hipótesis nula de que el precio de los tomates mexicanos no impacta los precios de los tomates americanos se rechaza (P-value  $\leq$  0.01). De igual forma, los precios en punto de embarque de los tomates mexicanos de campo abierto y agricultura protegida impactan los precios en los mercados terminales de Los Ángeles y Chicago (P-value = 0.00). Estos resultados sugieren una influencia inmediata de los principales puertos de entrada a los EUA de los tomates mexicanos de campo abierto -Nogales y Otay Mesa- y de agricultura protegida – Laredo- en la formación del precio del tomate roma (plum) tanto en punto de embarque como en los mercados terminales de Los Ángeles y Chicago. Se hace notar que en los últimos años, por Nogales, AZ y Otay Mesa, CA han ingresado a los EUA cerca del 80% de tomates roma (plum) de campo abierto de origen mexicano. De igual forma, por Laredo,

TX ha ingresado más del 40% de los tomates de agricultura protegida mexicanos, proporción que presenta una tendencia creciente a pesar de los precios bajos registrados en fechas recientes.

En los precios de los mercados terminales, solo un cambio en el precio de Los Ángeles impacta el precio de Chicago (P-value = 0.00). El mercado terminal de Chicago, situado lejos de las regiones productoras mexicanas, recibe todo el año producto de México, sin embargo la proporción en volumen es mucho menor del que reciben mercados más cercanos a México, como el mercado de Los Ángeles, situación que podría impactar en la nula influencia que Chicago tiene en la formación del precio (P-value>0.05).

Cuadro 4. Prueba de causalidad de Granger para los precios de los tomates roma mexicanos y estadounidenses

Hipótesis nula	P-value
MX field SPP no causa MX greenhouse SPP	0.241
MX field SPP no causa US field SPP	0.024*
MX field SPP no causa MX field LA-TMP	0.000**
MX field SPP no causa MX field CH-TMP	0.000**
US field SPP no causa MX field SPP	0.461
US field SPP no causa MX greenhouse SPP	0.619
US field SPP no causa MX field LA-TMP	0.492
US field SPP no causa MX field CH-TMP	0.079
MX greenhouse SPP no causa MX field SPP	0.745
MX greenhouse SPP no causa US field SPP	0.000**
MX greenhouse SPP no causa MX field LA-TMP	0.000**
MX greenhouse SPP no causa MX field CH-TMP	0.000**
MX field LA-TMP no causa MX greenhouse SPP	0.320
MX field LA-TMP no causa US field SPP	0.272
MX field LA-TMP no causa MX field SPP	0.491

MX field LA-TMP no causa MX field CH-TMP	0.000**
MX field CH-TMP no causa MX greenhouse SPP	0.119
MX field CH-TMP no causa US field SPP	0.091
MX field CH-TMP no causa MX field SPP	0.063
MX field CH-TMP no causa MX field LA-TMP	0.646

Nota: \*\*/ denota rechazo de la hipótesis nula al nivel de significancia del 1%.

MX greenhouse SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de agricultura protegida.

MX field SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de campo abierto.

US field SPP = Precio en punto de embarque de tomates mexicanos de campo abierto.

MX field LA-TMP = Precio en el mercado terminal de Los Ángeles de tomates mexicanos de campo abierto.

MX field CH-TMP = Precio en el mercado terminal de Chicago de tomates mexicanos de campo abierto.

## Conclusiones

Este trabajo examina la interdependencia de precios en punto de embarque y en los mercados terminales de Los Ángeles y Chicago de los tomates roma (plum) mexicanos de campo abierto y agricultura protegida con los de campo abierto americanos. Lo que aquí se presentó es un primer intento de explicar el impacto de la creciente presencia de los tomates mexicanos de agricultura protegida en el mercado de los EUA. De acuerdo a la prueba de causalidad de Granger los precios de los tomates mexicanos de campo abierto y agricultura protegida muestran influencia en los cambios de precio de los tomates americanos, sugiriendo una participación inmediata en el proceso de formación del precio, lo que permite responder a la primer pregunta de investigación. De igual forma también se demostró que el precio en punto de embarque del tomate mexicano de agricultura protegida impacta los precios de los tomates de campo abierto en punto de embarque de los tomates americanos, así como los precios de los tomates mexicanos en los mercados terminales de Los Ángeles y Chicago, respondiendo de esta forma a la segunda pregunta de investigación.

El mercado terminal de Chicago, situado lejos de las regiones productoras mexicanas, no muestra impactar en la formación del precio en ningún mercado (terminal o en punto de embarque), lo que



denota que la distancia es un factor importante en este proceso. En general, los resultados sugieren que los flujos de información entre las regiones productoras, puntos de embarque y los mercados terminales fluyen eficientemente. Los productores comercializadores con producción en múltiples regiones y los exportadores de productos en fresco tienen conocimiento de lo que sucede en cada mercado, resultado de un mercado altamente integrado verticalmente y con altos niveles de comunicación avanzada, por lo que los agentes de mercado están ansiosos de tomar acción cuando las oportunidades estén presentes.

Con base en el comportamiento de los precios de los tomates en punto de embarque y el volumen de cargamentos mexicanos enviados a EUA de tomate roma (plum) y de agricultura protegida en los últimos años, se infiere que estos movimientos son resultado de decisiones estratégicas de mercado de los productores comercializadores atribuidas principalmente al crecimiento del área de agricultura protegida en México y al cambio en gustos y preferencias de los consumidores americanos que se ha traducido en incremento de la demanda.

### **Referencias.**

- Amikuzuno, J. (2009). *Spatial price transmission and market integration in agricultural markets after liberalization in Ghana: evidence from fresh tomato markets*. Ph.D. Dissertation. Program for Agricultural Sciences. Faculty of Agricultural Sciences. Georg-August University Goettingen, Germany.
- Ardeni, P. G. (1989). Does the Law of One Price really hold for commodity prices?. *American Journal of Agricultural Economics*, 71(3), 661-69.
- Baffes, J. (1991). Some further evidence on the Law of One Price: The Law of One Price still holds. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(4), 1264-1273.
- Baulch, R. (1997). Transfer costs, spatial arbitrage and testing for market integration. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 477-487.
- Barrett, C. B. (1996). Market Analysis Methods: Are Our Enriched Toolkits Well Suited to Enlivened Markets. *American Journal of Agricultural Economics*, 78(3), 825-829.
- Barrett, C. B. (2008). Spatial Market Integration. In Blume, Lawrence E., Steven N. Durlauf eds. *The New Palgrave Dictionary of Economics*, (2nd Edition). London: Palgrave Macmillan, Forthcoming. Accessed March 2013. <http://ssrn.com/abstract=1142520>.

Barrett, C. B. y Li, J.R. (2002). Distinguishing between equilibrium and integration in spatial price analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 84(2), 292-307.

Calvin, L., Thornsbury, S. y Cook, R. (2012). Recent trends in the fresh tomato market. *Vegetables and Pulses Outlook/VGS-350*: 26-35. Economic Research Service. USDA. Recuperado febrero 2013. <http://www.ers.usda.gov/publications/vgs-vegetables-and-pulses-outlook/vgs-350.aspx>.

Cook, R. (2002). *Emerging hothouse industry poses challenges for California's fresh tomato industry*. Department of Agricultural and Resource Economics. UC Davis. Giannini Foundation of Agricultural Economics.

Cook, R. y Calvin, L. (2005). *Greenhouse tomatoes change the dynamics of the North American fresh tomato industry*. Economic Research Report. Number 2 ERS, USDA. Accessed August 2010. <http://www.ers.usda.gov/publications/err2/>

Flores, D. (2012). Early 2012 supply spike leads to low prices, exports expected higher in MY 2012/13. *Gain Report*. Global Agricultural Information Network. USDA-FAS. Accessed February, 2013.

<http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Tomato%20Annual%20Mexico%20City%20Mexico%206-14-2012.pdf> .

García V., N, van der Valk, O., y Elings, A. (2011). *Mexican protected horticulture. Production and market of Mexican protected horticulture described and analysed*. Wageningen, Wageningen UR Greenhouse Horticulture. Rapport GTB-1126. Ministry of Economic Affairs. Agriculture e Innovation.

Goodwin, B. K. (1992). Multivariate cointegration tests and the Law of One Price in international wheat markets. *Review Agricultural Economics*, 14(1), 117-124.

Goodwin, B. K. y Piggott, N.E. (2001). Spatial market integration in the presence of threshold effects. *American Journal of Agricultural Economics* 83(2), 302-317.

Jordan, K. H. y VanSickle, J.J. (1995). Integration and behavior in the U.S. winter market for fresh tomatoes. *Journal of Agriculture and Applied Economics* 27(1), 127-137.

Lele, U. J. (1967). Market Integration: A Study of Sorghum Prices in Western India. *Journal of Farm Economics* 49(1), 147-159.

Padilla-Bernal, L.E. (2001). Price and Trade Relationships in the Mexico-U.S. Fresh Tomato Market. Ph. D. Dissertation. Colorado State University.

- Padilla-Bernal, L.E., Thilmany, D. y Loureiro, M.L. (2003). An empirical analysis for market integration and efficiency of U.S. fresh tomato markets. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 28(3), 435-450.
- Padilla-Bernal, L.E., Rumayor-Rodríguez, A.F. y Pérez-Veyna, O. (2007). La competitividad de los invernaderos de tomate del estado de Zacatecas. En Lara H., A., Valdez, R. D. y Zegbe D., J. A. (Ed.), *Agricultura protegida (239-277)*. Zacatecas, México: Coordinación de Investigación y Posgrado, UAZ.
- SAGARPA-SIAP. (2012). Agricultura Protegida 2012. México: SAGARPA. Recuperado marzo 2013. <http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/Agricultura-Protegida2012.aspx>
- SAGARPA-SIAP. (2011a). Cierre de la producción agrícola por cultivo. México: SAGARPA. Recuperado marzo 2013. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).
- SAGARPA-SIAP. (2011b). Sistema Nacional de Información de Agricultura Protegida. México: SAGARPA. Recuperado marzo 2013. [https://login.yahoo.com/config/login\\_verify2?&.src=ym](https://login.yahoo.com/config/login_verify2?&.src=ym).
- Thompson, G.D. y Wilson, P.N. The Organizational structure of the North American fresh tomato market: implications for seasonal trade disputes. *Agribusiness*, 3(1997), 533-47.
- Timmer, P. C. (1974). A model of rice marketing margins in Indonesia. *Food Research Institute Studies*, 13(2), 145-167.
- USDA. Agricultural Marketing Service. Fruit & Vegetable. Market News. Run a custom report. USA: USDA-ERS. Recuperado noviembre 2012-enero 2013. <http://www.marketnews.usda.gov/portal/fv>.
- U.S. Department of Agriculture. Economic Research Service. (2012). Vegetable and Pulses. Tomatoes. USA: USDA-ERS. Recuperado marzo 2013.
- U.S. Department of Agriculture. Economic Research Service. (2013). *Vegetable and melons yearbook*. Publication # 89011B. USA: USDA-ERS. Recuperado marzo 2013. <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1212>.
- U.S. Department of Commerce. (1996). *Mexico fresh tomatoes antidumping investigation suspension Agreement*. Doc.96-28092. Washington, D.C.
- U.S. Department of Commerce. (2013). *Suspension of antidumping investigation; fresh tomatoes from Mexico*. USA: USDC.

U.S. International Trade Commission. (2013). Interactive Tariff and Trade DataWeb. USA: USITC. Recuperado Agosto-diciembre 2001; Diciembre 2012. <http://dataweb.usitc.gov/>.

Wilson, P. N. y Thompson, G.D. (2003). Time integration: agribusiness structure for competitive advantage. *Review of Agricultural Economics*, 25, 30-43.

Wilson, P. N., Thompson, G.D. y Cook, R. L. (1997). Mother nature, business strategy, and fresh produce. *Choices*, 18, 18-25.