

Análisis de la competitividad del aguacate mexicano para la exportación a Estados Unidos¹

ÁREA: 1
TIPO: Aplicación

Competitiveness analysis of exporting Mexican avocado to United States of America
Análise da competitividade do abacate mexicano para exportação para os Estados Unidos da America

AUTORES

Daniel Hernández-Soto²
Tecnológico Nacional de México en Celaya
daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx

José Porfirio González-Farías
Tecnológico Nacional de México en Celaya
porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx

1. Autor de contacto:
Tecnológico Nacional de México en Celaya, Antonio García Cubas Pte. #600 esq. Av. Tecnológico, Col. Alfredo Vázquez Bonfil, Celaya, Guanajuato, CP 38010, México

Estados Unidos es el principal consumidor de aguacate, y para satisfacer su demanda importa grandes cantidades de México. Entre 2015 y 2020, las importaciones de aguacate mexicano aumentaron a un promedio anual de 4.56%. El presente trabajo tiene como objetivo conocer la viabilidad de incrementar la tasa de crecimiento anual de las exportaciones al mercado estadounidense. Para realizar la investigación se representó el mercado internacional de aguacate entre México y Estados Unidos en un modelo econométrico y, a través de un análisis de equilibrio parcial, se simuló un incremento de 30% en las exportaciones en un año. De acuerdo con los resultados, un aumento en la cantidad exportada de aguacate mexicano a Estados Unidos a una tasa de crecimiento anual de 30% es viable. La simulación muestra que la Relación Beneficio/Costo (R B/C) para los productores de aguacate en Michoacán, Jalisco y Estado de México serían 1.6890, 1.8514 y 1.8124 respectivamente.

The United States of America is the main consumer of avocado, and to meet its demand it imports large quantities from Mexico. Between 2015 and 2020, Mexican avocado imports increased at an annual average of 4.56%. The present work aims to know the viability of increasing the annual growth rate of exports to the US market. To carry out the research, the international avocado market between Mexico and the United States of America was represented in an econometric model and, through a partial equilibrium analysis, a 30% annual increase in exports was simulated. According to the results, an increase in the exported quantity of Mexican avocado to the United States of America at an annual growth rate of 30% is viable. The simulated scenario shows that the Benefit/Cost Ratio (B/C R) for avocado producers in Michoacán, Jalisco and Estado de Mexico would be 1.6890, 1.8514 and 1.8124 respectively.

Os Estados Unidos da América são o principal consumidor de abacate, e, para satisfazer a sua procura importa grandes quantidades do México. Entre 2015 e 2020, as importações mexicanas de abacate aumentaram a uma média anual de 4.56%. O objetivo do trabalho é conhecer a viabilidade de aumentar a taxa de crescimento anual das exportações para o mercado norte-americano. Para a realização da investigação, o mercado internacional de abacate entre México e os Estados Unidos da América foi representado em um modelo econométrico e, através de uma análise de equilíbrio parcial, foi simulado um aumento de 30% nas exportações em um ano. De acordo com os resultados, um aumento na quantidade de abacate mexicano exportado para os Estados Unidos da America a uma taxa de crescimento anual de 30% é viável. A simulação mostra que a Relação Custo-Benefício (R C/B) para os produtores de abacate em Michoacán, Jalisco e Estado de México serian 1.6890, 1.8514 e 1.8124 respectivamente.

DOI
10.3232/GCG.2022.V16.N1.03

RECIBIDO
25.05.2021

ACEPTADO
10.09.2021

1. Introducción

De acuerdo con FAO (2021), en 2019 México fue el principal productor de aguacate con 2,300,889 t, (32.05%); mientras que Estados Unidos ocupó el lugar catorce con 123,030 t (1.71%), como puede observarse en la **Tabla 1**.

Tabla 1 - Principales países productores de aguacate en 2019

Lugar	País	Toneladas	%
1	México	2,300,889	32.05
2	República Dominicana	661,626	9.21
3	Perú	535,911	7.46
4	Colombia	535,021	7.45
5	Indonesia	461,613	6.43
6	Kenia	364,935	5.08
7	Brasil	242,932	3.38
8	Haití	231,719	3.23
9	Chile	162,988	2.27
10	Israel	138,766	1.93
11	Guatemala	137,204	1.91
12	Venezuela	135,606	1.89
13	China	129,311	1.80
14	Estados Unidos	123,030	1.71
	Otros	1,018,138	14.18
	Total mundial	7,179,689	100.00

Fuente: Elaborado con información de FAO (2021).

Asimismo, datos de FAO (2021) muestran que México fue el principal exportador de aguacate con 1,152,977 t; mientras que Estados Unidos fue séptimo con 59,377 t (**Tabla 2**).

Tabla 2 - Principales países exportadores de aguacate en 2019

Lugar	País	Toneladas	%
1	México	1,152,977	44.90
2	Países Bajos	318,115	12.39
3	Perú	312,258	12.16
4	Chile	144,621	5.63
5	España	119,567	4.66
6	Kenia	63,356	2.47
7	Estados Unidos	59,377	2.31
	Otros	397,529	15.48
	Total mundial	2,567,800	100.00

Fuente: Elaborado con información de FAO (2021).

PALABRAS CLAVE

aguacate,
exportación,
producción,
rentabilidad .

KEYWORDS

avocado, export,
production,
profitability.

PALAVRAS-CHAVE

abacate, exportação,
produção,
lucratividade.

CÓDIGO JEL:

Q170, Q110

Según FAO (2021), en 2019 Estados Unidos fue el principal importador de aguacate con 1,105,375 t, (41.77%); como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3 - Principales países importadores de aguacate en 2019

Lugar	País	Toneladas	%
1	Estados Unidos	1,105,375	41.77
2	Países Bajos	349,750	13.22
3	Francia	165,172	6.24
4	España	136,833	5.17
5	Alemania	95,330	3.60
	Otros	793,776	30.00
	Total mundial	2,646,236	100.00

Fuente: Elaborado con información de FAO (2021).

En el mismo sentido, datos de USDA (2021) muestran que en Estados Unidos se importaron 1,105,355.90 t de aguacate, de las cuáles, el 88.35% fueron originarias de México (976,594.2 t). Entre 1992 y 2020, dichas importaciones se incrementaron a una tasa promedio anual de 28.69%. Sin embargo, entre 2015 y 2020 la tasa de crecimiento promedio anual fue 4.56% (como puede observarse en la **Tabla 4**).

Tabla 4 - Importaciones de aguacate mexicano en Estados Unidos 1992-2020

Año	Toneladas	%	Año	Toneladas	%
1992	860.40	158.30	2007	219,363.60	101.30
1993	486.80	-43.42	2008	234,507.20	6.90
1994	616.60	26.66	2009	300,607.20	28.19
1995	689.80	11.87	2010	266,645.40	-11.30
1996	1,790.50	159.57	2011	318,937.60	19.61
1997	4,127.60	130.53	2012	431,318.90	35.24
1998	9,277.00	124.76	2013	509,771.20	18.19
1999	11,858.70	27.83	2014	604,655.00	18.61
2000	13,084.50	10.34	2015	804,068.70	32.98
2001	12,855.70	-1.75	2016	785,075.60	-2.36
2002	27,166.50	111.32	2017	774,626.20	-1.33
2003	35,013.90	28.89	2018	904,204.10	16.73
2004	38,676.00	10.46	2019	976,594.20	8.01
2005	134,316.40	247.29	2020	1,004,952.4	2.90
2006	108,974.70	-18.87	Tasa Promedio		28.69

Fuente: Elaborado con información de USDA (2021).

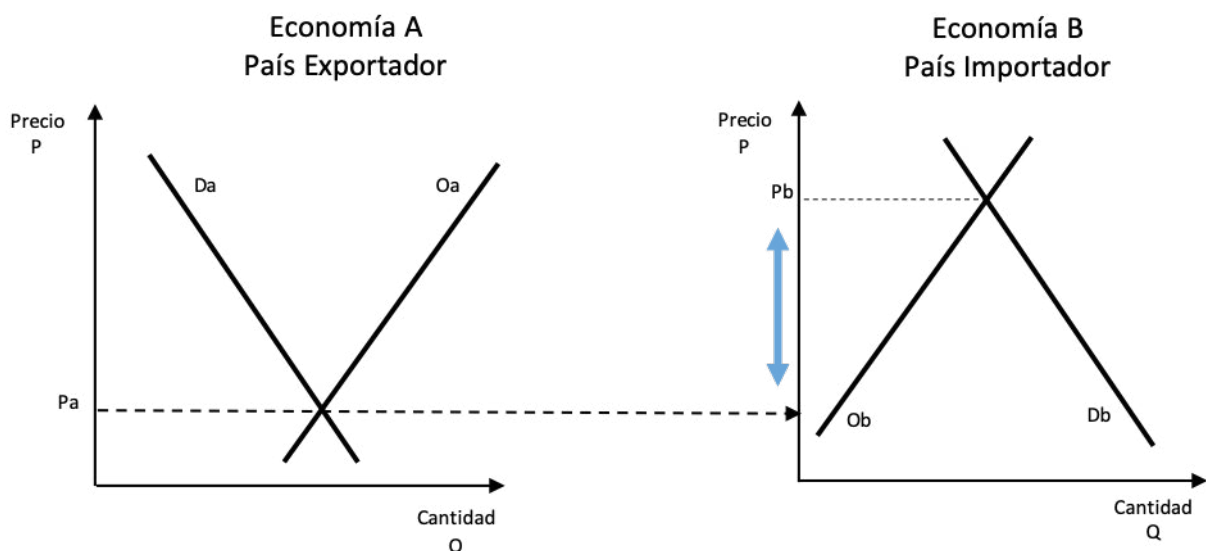
Bajo este contexto es que nos preguntamos si es viable para los productores de aguacate incrementar las exportaciones a Estados Unidos de tal forma que la tasa de crecimiento anual sea 30%; es decir, si

es viable para la economía mexicana incentivar las exportaciones para aprovechar las oportunidades que este mercado ofrece.

2. Marco Teórico

Para Ricardo, el comercio de un bien X entre dos países se genera cuando un país A lo produce a un menor precio que el país B; y entonces al país B le conviene más importarlo que producirlo internamente, como puede observarse en la **Figura 1** (Carbaugh, 2009).

Figura 1- Diferencias de precio interno entre el País Exportador y el País Importador

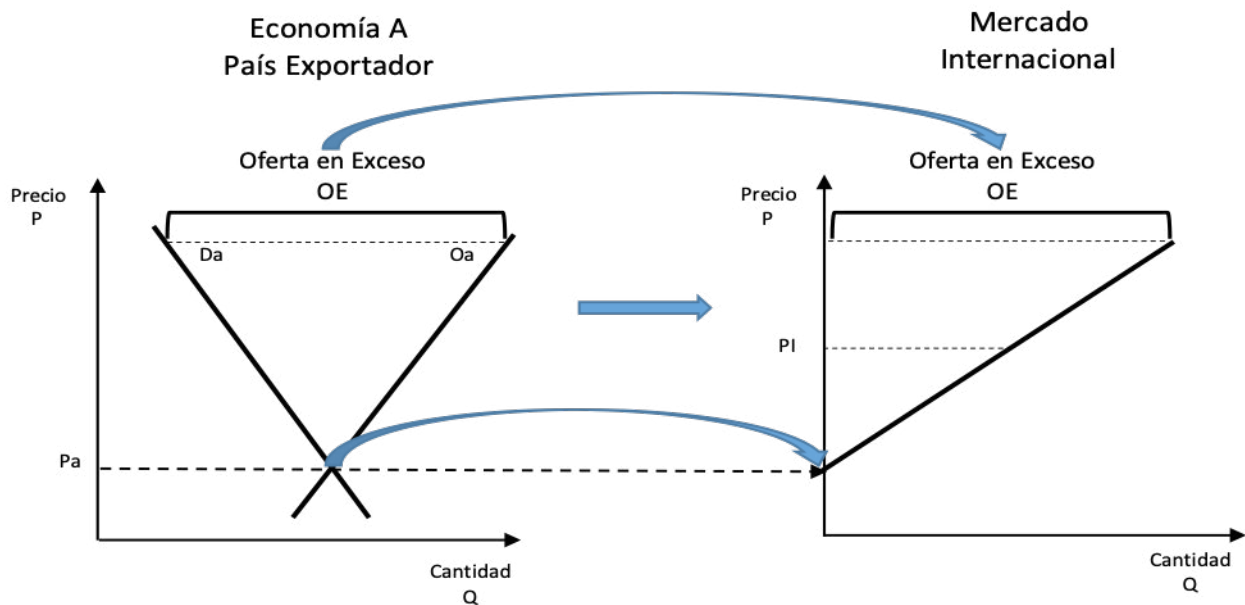


Fuente: Elaborado con información de Williams, 2021.

El intercambio de una mercancía entre dos naciones se explica a través de un modelo de equilibrio parcial, en el que se suponen dos economías y un bien. Este modelo puede exponerse, en primer lugar, a través de la gráfica de la economía A (país exportador) que posee una ventaja competitiva en la producción del bien X (Williams, 2021).

Tomando como base el precio de equilibrio P_a en la economía A, puede concebirse que, si este precio subiera, la diferencia entre la oferta O_a y la demanda D_a del bien X tendería a incrementar.

Figura 2- Oferta en exceso de un bien en el mercado internacional



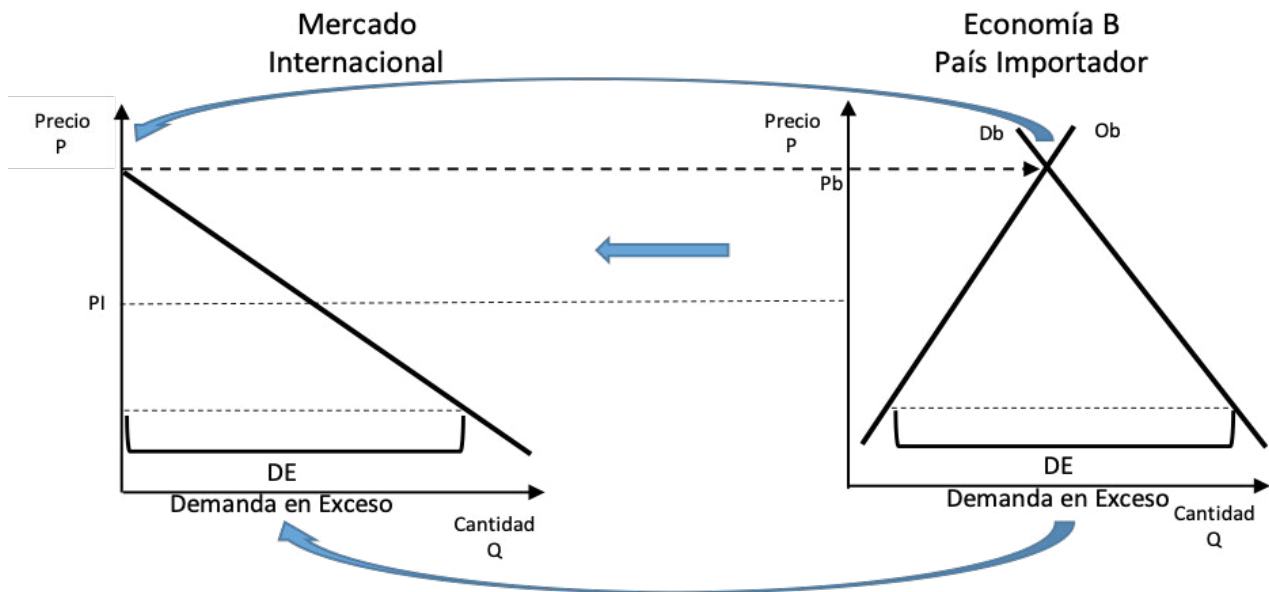
Fuente: Elaborado con información de Williams, 2021.

Estos excedentes de oferta OE generados a diferentes precios, pueden trasladarse a un segundo escenario que representa el mercado internacional y trazarse una línea que representa las cantidades del bien X disponibles en el mercado exterior, como puede observarse en la **Figura 2**.

El modelo también muestra la gráfica del país importador B, que está en desventaja competitiva en la producción del bien X frente al país exportador A. A este respecto, el precio P_b al que se produce este bien en la economía nacional B es más alto que el precio internacional P_I (y más alto que el precio de equilibrio P_a del bien X en la economía A).

En este punto, cabe resaltar que al precio de equilibrio P_b la cantidad demandada D_b y la cantidad ofrecida O_b del bien X en la economía B son iguales (como puede observarse en la **Figura 3**).

Figura 3- Demanda en exceso de un bien X en el mercado internacional



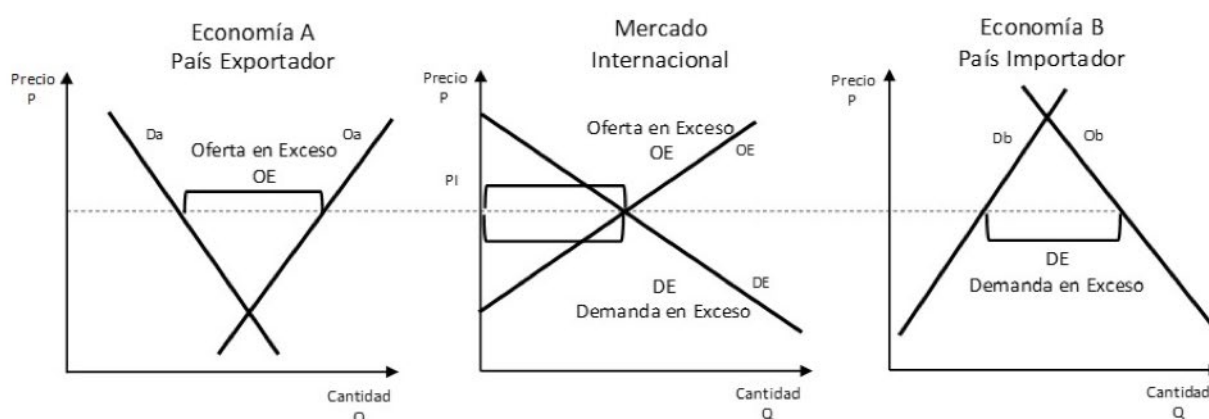
Fuente: Elaborado con información de Williams, 2021.

Ahora, teniendo como base el precio de equilibrio P_b , puede concebirse que, si este precio bajara, la diferencia entre la demanda D_b y la oferta O_b del bien X tendería a bajar. Esta descendente diferencia puede considerarse como una demanda en exceso DE; es decir, que a un Precio P por debajo del precio de equilibrio P_b , se generan mayores cantidades de demanda que exceden la oferta nacional del bien X en el país importador B.

Los mencionados excedentes de demanda DE generados a diferentes precios, al interior del modelo de comercio internacional de dos economías, pueden trasladarse al escenario que representa el mercado internacional (mencionado anteriormente) de tal forma que si se dibuja una línea que representa las cantidades del bien X demandadas y faltantes en el mercado internacional (ver [Figura 3](#)).

Asimismo, centrándose en el escenario del mercado internacional, se puede observar en la [Figura 4](#), que hay un punto de intersección entre la oferta en exceso OE y la demanda en exceso DE en el que las condiciones de equilibrio del mercado se cumplen, pues OE y DE son equivalentes.

Figura 4- País exportador A, país Importador B y mercado internacional de un bien X



Fuente: Elaborado con información de Williams, 2021.

En este punto entonces, el precio internacional PI causa un exceso de oferta OE observable en la gráfica del país exportador A (Figura 2) y un exceso de demanda DE observable también en la gráfica del país importador B (Figura 3). Entonces, al precio internacional PI , el exceso de oferta $Oa-Da$ en la economía A es igual al exceso de demanda $Db-Ob$ en la economía B, como se puede ver en la Figura 4.

Es importante mencionar que un desplazamiento de la curva de oferta en exceso OE a la derecha, es decir, un cambio positivo (como pues observarse en la Figura 6) provoca un decremento en el precio internacional PI , en el que la magnitud de dicha disminución está dada por la flexibilidad precio (Hernández y Martínez, 2009).

La flexibilidad precio de la demanda se define como el cambio porcentual en el precio de un bien ante un cambio de 1% en la cantidad demandada (Hernández, Alejos y Casique, 2021), es decir, el precio es sensible a un cambio en la cantidad.

Cabe mencionar que entre la cantidad y el precio existe una relación inversa, y cada caso de análisis puede recaer en tres posibles escenarios:

1. La demanda es inflexible cuando el cambio porcentual inverso en el precio es menor a 1% ante un cambio de 1% en la cantidad,
2. La flexibilidad precio de la demanda es unitaria cuando el cambio porcentual inverso en el precio es igual a 1% ante un cambio de 1% en la cantidad,
3. La demanda es flexible cuando el cambio porcentual inverso en el precio es mayor a 1% ante un cambio de 1% en la cantidad,

Hernández y Martínez (2009) estiman que la flexibilidad precio de la demanda de las exportaciones de mango mexicano a Estados Unidos es igual a -0.078% . Calculan que, en un escenario simulado, un incremento de 33,518 t en las exportaciones de 2006 (respecto a 2005) provocaría una disminución de US\$ 8.90 por t en el precio. En este escenario, el saldo final es un incremento en el ingreso total de US\$

17 372 358.00. Con este resultado, concluyen, es viable un incremento de 20% en un año en la cantidad exportada de mango al mercado de Estados Unidos.

Asimismo, Hernández, Alejos y Casique (2021), encontraron que la flexibilidad precio de la demanda de las exportaciones de fresa mexicana al mercado estadounidense es igual -0.3669. Estiman que, con un aumento simulado de 28,868.36 t en las exportaciones de fresa mexicana a Estados Unidos en 2019 (respecto a 2018), resultaría un decremento de US\$ 240.87 por t en el precio. Calculan que el saldo final es un incremento de US\$ 59,703,057.26 en el ingreso total. Este resultado permite concluir que, un incremento anual de 18% en la cantidad exportada de fresa al mercado de Estados Unidos es viable.

Con estos antecedentes, y dada la desaceleración de la tasa promedio anual de las exportaciones de aguacate a Estados Unidos (**Tabla 4**) se estableció como objetivo determinar la viabilidad económica de incrementar la cantidad exportada de aguacate a Estados Unidos. Para ello, la hipótesis H1 propone que:

H1: “un aumento de las exportaciones de aguacate, a pesar de la disminución del precio, tendría un efecto positivo en la economía mexicana”.

En este sentido, el supuesto es que la flexibilidad precio de la demanda de las exportaciones de aguacate a Estados Unidos es inflexible, con signo negativo, y menor a 0.76923. Es decir, que ante un incremento de 292,978.3 t en la cantidad exportada de aguacate mexicano a Estados Unidos, el precio de las exportaciones disminuirá en una magnitud menor a US\$ 579.71 por t. De esta forma, el saldo final en el ingreso total será mayor a cero; por lo que un incremento anual de 30% en las exportaciones mexicanas de aguacate a Estados Unidos es viable.

Es importante mencionar que, el escenario de simulación supone que las exportaciones de aguacate mexicano al mercado de Estados Unidos alcancen las 1 269 572.46 t en el año 2020. En México, existe la capacidad para producir y generar la oferta de aguacate con la calidad y la cantidad para exportar a Estados Unidos supuesta en este escenario. En este sentido, es conveniente decir que, en el año 2015 las exportaciones de aguacate a este mercado (804,068.7 t de acuerdo con USDA, 2021) representaron el 62.66% de la producción total en Michoacán (1,283,313.29 t según información de SADER, 2021).

Ahora, datos de SADER (2021) muestran que en el año 2020 en Michoacán se produjeron 1,800,021.42 t; si para calcular la oferta con calidad de exportación, se aplica esta misma proporción da como resultado 1,127,815.70 t.

En este punto, es importante decir, que de acuerdo con información del SIAVI (SE, 2021) en 2020 las exportaciones reales de aguacate a Estados Unidos totalizaron 1,036,561.00 t. Es decir, de la oferta exportable total (1,127,815.70 t) se comercializó al mercado estadounidense el 91.91% (1,036,561.00 t). Esto como consecuencia de que la tasa de crecimiento promedio anual del Consumo Nacional Aparente de aguacate en México subió de 2.03% en 1980-2014, a 5.65% entre 2015 y 2020, lo que hizo necesario orientar parte de la oferta exportable de aguacate al mercado doméstico.

Bueno, considerando que la oferta exportable total en 2020 en Michoacán asciende a 1,127,815.70 t, para cumplir con la cantidad exportada simulada total (1 269 572.46 t), es necesario considerar 141,756.76 t como parte de la oferta exportable simulada a Jalisco y Estado de México, que representan 38.68% (96,007.55 t) y 38.68% (45,749.21 t) de su producción respectiva. Por lo que las cantidades exportadas de aguacate consideradas en la simulación son alcanzables.

3. Materiales y Métodos

Para desarrollar el presente trabajo se realizó un estudio descriptivo, ya que se realiza una narrativa en el que se muestra el impacto económico de un incremento en las exportaciones de aguacate mexicano a Estados Unidos. El estudio es correlacional ya que para realizar el análisis es necesario establecer la relación entre el precio del aguacate mexicano de exportación a Estados Unidos y la cantidad exportada. Además, el estudio es cuantitativo ya que el modelo econométrico se fundamenta en la relación estadística entre las variables; en este sentido es importante resaltar que se estableció un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas compuesto de las variables y relaciones que influyen en su funcionamiento del mercado internacional del aguacate entre México y Estados Unidos.

3.1. El Modelo Econométrico

Las ecuaciones del modelo desarrollado son:

$$\text{ec. 1} \quad PIAMUSA_t = \beta_{11} + \beta_{12}QIAMUSA_t + \beta_{13}GDPRUSA_t + \varepsilon_{1t}$$

$$\text{ec. 2} \quad PEAM_t = \beta_{21} + \beta_{22}QEAM_t + \beta_{23}PPAM_t + \varepsilon_{2t}$$

El modelo de ecuaciones simultáneas representa el mercado internacional del aguacate entre dos economías. Es decir, está conformado por una ecuación de demanda de importaciones de aguacate en Estados Unidos y una ecuación de oferta de exportaciones de aguacate en México. Asimismo, y a través del concepto de flexibilidad precio de la demanda, es necesario desarrollar estas ecuaciones en su forma inversa, es decir, representando la cantidad como variable independiente sobre el precio como variable dependiente en cada ecuación. En este sentido, y de acuerdo a la teoría económica, el precio está influenciado por la cantidad demandada, como puede observarse en la [Figura 5](#). Cabe mencionar que, en la ecuación de demanda, además del precio, se consideró la variable ingreso, en la que (de acuerdo a la teoría económica) el ingreso es un factor de desplazamiento de la demanda, influyendo de esta manera en el precio (Krugman y Wells, 2010). Por otra parte, la segunda es una ecuación de oferta, en la que, siendo congruentes con la forma inversa que se requiere desarrollar, el precio de las exportaciones de aguacate en México es la variable dependiente, que se ve afectada por la cantidad exportada de aguacate mexicano y el precio del aguacate al productor en México (como variables independientes).

Cabe mencionar, que Hernández y Martínez (2009) denotan que para calcular la flexibilidad precio de la demanda de importaciones del mango mexicano en Estados Unidos, es necesario representar la demanda y la oferta en el mercado internacional entre México y Estados Unidos en un modelo econométrico a través de ecuaciones en su forma inversa. De esta forma, es posible desarrollar un escenario de simulación con un incremento de 20% en las exportaciones de mango mexicano a Estados Unidos en 2005 respecto a 2004, así como su impacto en el precio, y el efecto final en el ingreso total en el mercado internacional.

En el mismo sentido, Hernández, Alejos y Casique (2021) representan el mercado internacional de la fresa mexicana de exportación a Estados Unidos a través de un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas, que representan la demanda y la oferta en su forma inversa. Con los resultados del

modelo econométrico estiman la flexibilidad precio de la demanda de fresa en el mercado internacional, y desarrollan un escenario de simulación con un incremento de 18% en las exportaciones de fresa mexicana a Estados Unidos, así como su impacto en el precio, y el efecto final en el ingreso total en el mercado internacional.

Considerando las interrelaciones en el mercado internacional del aguacate entre México y Estados Unidos, el modelo econométrico se construyó con dos ecuaciones principales:

La **ecuación 1** es una función de demanda de importaciones de aguacate mexicano en Estados Unidos donde la variable dependiente: precio unitario CIF real de importación $PIAMUSA_t$ está determinado por: $QIAMUSA_t$ que es la cantidad importada de aguacate. De acuerdo con la teoría económica, existe una relación inversa sobre $PIAMUSA_t$ determinada por un signo negativo; y por $GDPUSA_t$ que es el Ingreso de los consumidores en Estados Unidos medido a través del Producto Interno Bruto real.

La **ecuación 2** es una función de oferta de exportaciones de aguacate en México donde la variable dependiente: precio unitario real de exportación del aguacate en México $PEAM_t$ está determinado por: $QEAM_t$ que es la cantidad exportada de aguacate en México; y por $PPAM_t$ es el precio promedio al productor real de aguacate en México.

Se aplicó el método de mínimos cuadrados tres etapas al modelo econométrico de ecuaciones simultáneas para estimar los coeficientes β_{11} - β_{23} .

Las variables $PIAMUSA_t$ y $QIAMUSA_t$ se construyeron con información de USDA (2021), la variable $GDPUSA_t$ se construyó con datos del Producto Interno Bruto de Estados Unidos consultados en el Bureau of Economic Analysis (BEA, 2021), y en el US Census Bureau (2021). Las variables $PEAM_t$ y $QEAM_t$ se construyeron con información del Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI) de la Secretaría de Economía (SE, 2021); mientras que la variable $PPAM_t$ se construyó con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER, 2021). Las variables de este modelo se determinan simultáneamente (Gujarati y Porter, 2010) y entonces los coeficientes β_t se estiman en base a la relación de las variables dentro del modelo.

3.2. El Análisis de Equilibrio Parcial

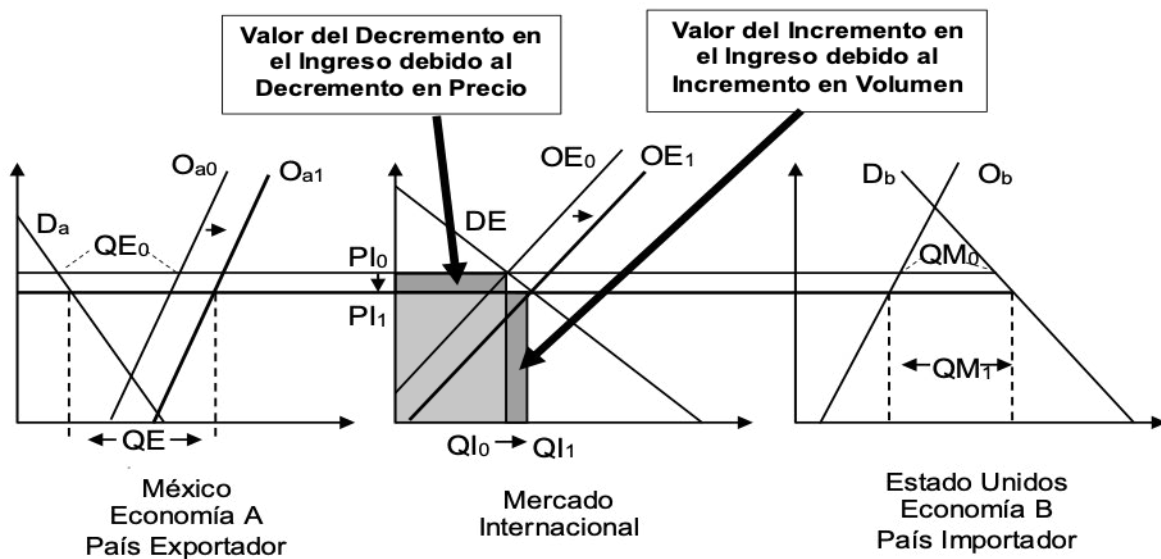
Para llevar cabo el análisis es necesario observar que un incremento en la cantidad ofertada en México de aguacate para la exportación a Estados Unidos de Q_{a0} a Q_{a1} , provoca un desplazamiento de la curva de oferta O_{a0} a O_{a1} , resultando a su vez en un desplazamiento de la curva de oferta en exceso en el mercado internacional de OE_0 a OE_1 , como puede observarse en la **Figura 5**.

Esto provoca además un decremento en el precio internacional de PI_0 hasta PI_1 , y a su vez, un incremento en la cantidad comercializada en el Mercado Internacional de QI_0 hasta QI_1 , observándose un incremento en la demanda en exceso de aguacate en Estados Unidos. Entonces, con los resultados del modelo econométrico se calculó la flexibilidad precio de la demanda de la siguiente forma:

$$\text{ec. 3} \quad F_{QIAMUSA}^{PIAMUSA} = \left(\frac{dPIAMUSA}{dQIAMUSA} \right) \left(\frac{QIAMUSA}{PIAMUSA} \right)$$

La flexibilidad precio de la demanda, permite conocer el decremento porcentual en el precio internacional ante un incremento de 1% en la cantidad ofertada en el mercado internacional.

Figura 5 - Mercado internacional del aguacate mexicano de exportación a Estados Unidos



Fuente: Elaborado con información de Williams, 2021.

Ahora, para aterrizar el impacto en el ingreso total del país exportador (economía A), se calcularon: el Valor del Incremento en el Ingreso debido al Incremento en Volumen VIIIIV (ec. 4) y el Valor del Decremento en el Ingreso debido al Decremento en Precio VDIDP (ec. 5):

$$ec. 4 \quad VIIIIV = (Q_1 - Q_0) * P_1$$

$$ec. 5 \quad VDIDP = (P_0 - P_1) * Q_0$$

Entendiendo que la diferencia entre el incremento y el decremento en los ingresos permitirá conocer el saldo de ambos impactos, se calculó de la siguiente forma:

$$ec. 6 \quad VIIIIV - VDIDP = Valor_final$$

1. Si el VIIIIV es mayor que el VDIDP el Valor final será positivo, es decir, aumentará los ingresos totales.
2. Si el VIIIIV es menor que el VDIDP el Valor final será negativo, es decir, reducirá los ingresos totales.

.....

4. Resultados y Discusión

Con los resultados del modelo econométrico se obtuvieron los valores de los siguientes coeficientes β :

Tabla 5 - Coeficientes calculados con los resultados del modelo econométrico

Variable	Coficiente	Valor	Error estándar	Valor de t	Pr > t
Intercepto	β_{11}	-2954.730000	672.233800	-4.40	0.0006 ***
QIAMUSAt	β_{12}	-0.000680	0.000239	-2.85	0.0129 **
GDPRUSAt	β_{13}	0.0000000003	0.000000000398	7.52	0.0001 ***
		Pr > t => 0.05**	Pr > t => 0.01***		

Fuente: Elaboración propia con los resultados del modelo econométrico

En relación a los resultados del modelo econométrico, el valor crítico de la prueba t es igual a -1.746. En las pruebas de hipótesis, el valor de t para el coeficiente β_{12} es igual a -2.85, es decir, menor a -1.746, por lo que la probabilidad de la t respectiva (0.0129) es menor a 0.05**. Ahora, en relación al valor de t para el coeficiente β_{11} , es igual a -4.40, siendo menor a -2.583 (valor crítico de t), por lo que la probabilidad (0.0006) es menor a 0.01***. En el mismo sentido, el valor de la t para el coeficiente β_{13} es igual a 7.52, siendo mayor a 2.583 (valor crítico t), por lo que la probabilidad de la t correspondiente (0.0001) es menor a 0.01***. Con estos resultados, puede afirmarse que los valores estimados de β_{11} , β_{12} y β_{13} son estadísticamente significativos.

Una vez que se han estimado los coeficientes β , se pueden construir la ecuación de demanda específica:

$$\text{ec. 7} \quad \text{PIAMUSA}_t = -2954.73 - 0.00068\text{QIAMUSA}_t + 0.0000000003\text{GDPRUSA}_t + \varepsilon_t$$

Para calcular la flexibilidad precio de la demanda se estimó la derivada parcial de la función de demanda (ec. 8) respecto a la cantidad QIAMUSA_t , dando como resultado:

$$\text{ec. 8} \quad \left(\frac{d\text{PIAMUSA}}{d\text{QIAMUSA}} \right) = -0.00068$$

Una vez obtenida la derivada parcial se multiplicó por el cociente de los valores promedio de QIAMUSA_t entre PIAMUSA_t para realizar el cálculo de la flexibilidad precio de la demanda.

$$\text{ec. 9} \quad F_{\text{QIAMUSA}}^{\text{PIAMUSA}} = \left(\frac{d\text{PIAMUSA}}{d\text{QIAMUSA}} \right) \left(\frac{\text{QIAMUSA}}{\text{PIAMUSA}} \right) = (-0.00068) \left(\frac{438079.8}{2029.6} \right) = -0.14677276$$

Al respecto, se puede establecer que, ante un incremento de 1% en la cantidad demandada, el precio disminuye 0.14677276%. Ahora, la respuesta porcentual del precio ante un incremento en la cantidad demandada de 30% entonces, para el escenario simulado 2020, sería de un decremento de 4.403182786% respecto al precio de 2019, como puede observarse en la **Tabla 6**.

Tabla 6 - Flexibilidad precio de la demanda

Cambio en la Cantidad Importada de aguacate mexicano en Estados Unidos	Cambio en el Precio de las Importaciones de aguacate mexicano en Estados Unidos
1 %	- 0.14677276 %
30 %	- 4.403182786%

Fuente. Elaboración propia con los resultados del modelo econométrico.

Nótese en la **Figura 5**, que al incrementar la cantidad importada en Estados Unidos de Q_0 a Q_1 , hay un incremento en valor por el aumento en el volumen comercializado, pero también hay un decremento debido a la disminución del precio de P_0 a P_1 . El efecto final en el ingreso total es un incremento de US\$ 595 556 756.00 (ver **Tabla 7**).

Tabla 7 - Precios y valores calculados ante un incremento de 30% en la cantidad (Valores en dólares y cantidades en toneladas)

Q en t	P en t	Valor P * Q
$Q_0 = 976\ 594.20$	$P_0 = 2\ 512.08$	2 453 287 742.00
$Q_1 = 1\ 269\ 572.46$	$P_1 = 2\ 401.47$	3 048 844 498.00
Incremento		595 556 756.00

Fuente: Elaborado con los resultados del modelo econométrico.

Entonces se calculan las áreas mostradas en la **Figura 5**, comprobándose el incremento en el valor del impacto final es de US\$ 595 556 756.00 (ver **Tabla 8**).

Tabla 8 - Valor del incremento en el valor de las exportaciones de aguacate mexicano a Estados Unidos (valores en dólares)

Valor del Incremento en el Ingreso debido al Incremento en Volumen VIIIIV	$(Q_1 - Q_0) * P_1$	703 579 499.54
Valor del Decremento en el Ingreso debido al Decremento en Precio VDIDP	$(P_0 - P_1) * Q_0$	108 022 743.54
Valor del incremento	Diferencia	595 556 756.00

Fuente: Elaborado con los resultados del modelo econométrico.

Ahora, se calculó la RB/C para los productores de Michoacán en 2019. Cabe mencionar, que en Jalisco se produce aguacate, 70% para consumo nacional, y 30% para exportar a Japón y Canadá, mientras que, en el Estado de México, la producción se destina al consumo nacional, y también para la exportación a Europa. Ninguno de los dos estados exporta aguacate a Estados Unidos, ya que no cuentan con la certificación Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS) requerida por Estados Unidos para poder hacerlo.

Tabla 9 - Relación Beneficio/Costo para el productor en el año 2019

Estado	Cantidad t	Precio Unitario \$/t	Costo Unitario \$/t	Beneficio Total \$	Costo Total \$	R B/C
Michoacán	976 594.20	22 673.48	12 833.00	22 142 789 061.82	12 532 633 368.60	1.7668
Jalisco	0	20 345.94	10 505.46	0	0	0
Estado de México	0	20 673.48	10 904.29	0	0	0

Fuente: Elaboración propia con información de USDA (2021) y SADER (2021).

Como puede observarse en la **Tabla 9**, la RB/C de la producción en Michoacán es 1.7668 para 2019, por lo tanto, es rentable producir aguacate para exportar a Estados Unidos.

Ahora, para plantear el hipotético escenario 2020, se simuló una exportación de 1 269 572.46 t de aguacate mexicano al mercado de Estados Unidos. Se asignaron 96 007.55 t (7.56%) de aguacate a Jalisco, 45 749.21 t (3.60%) de aguacate al Estado de México y 1 127 815.70 t (88.83%). En este contexto, para el cálculo de los costos se supuso una función lineal, por lo que el costo por t es constante.

Tabla 10 - Relación Beneficio/Costo para el productor para el escenario simulado

Estado	Cantidad t	Precio Unitario \$/t	Costo Unitario \$/t	Beneficio Total \$	Costo Total \$	R B/C
Michoacán	1 127 815.70	21 675.13	12 833.00	24 445 546 535.80	14 473 258 878.10	1.6890
Jalisco	96 007.55	19 450.07	10 505.46	1 867 353 670.98	1 008 603 476.22	1.8514
Estado de México	45 749.21	19 763.19	10 904.29	904 150 278.68	498 862 653.11	1.8124

Fuente: Elaboración propia con información de USDA (2021) y SADER (2021).

Ahora, con los resultados del escenario simulado (**Tabla 10**), la R B/C para los productores de Michoacán, Jalisco y Estado de México son 1.6890, 1.8514 y 1.8124 respectivamente; lo que indica que para los productores de estos estados es rentable el incremento de 30% en la cantidad exportada de aguacate a Estados Unidos.

5. Conclusiones

Los resultados muestran que la flexibilidad precio de la demanda de aguacate mexicano en Estados Unidos es igual a -0.1468%. Con este cálculo se estimó que un incremento de 1 269 572.46 t en la cantidad de aguacate para exportar a Estados Unidos en 2020 provoca una disminución de US\$ 110.61 por t en el precio, impactando el ingreso para el productor. Con estos resultados, el saldo resultante en el ingreso total es un incremento de US\$ 595 556 756.00 dólares, por lo que puede decirse que una política de incentivo en las exportaciones de aguacate mexicano en Estados Unidos con un incremento de 30% en un año es viable en el sentido económico.

Ahora, la R B/C para los productores de Michoacán, Jalisco y Estado de México sería 1.6890, 1.8514 y 1.8124 respectivamente. Con estos resultados puede decirse que incrementar la producción de aguacate para exportar a Estados Unidos en una magnitud de 30% anual es rentable en los tres estados. En este contexto, es conveniente incentivar la producción de aguacate cuya base sea el incremento en la producción, pero acompañado de estrategias que aumenten la oferta exportable, es decir, elevar los niveles tecnológicos de los sistemas de producción para que se cumpla con los estándares de sanidad, calidad y características organolépticas que exige el mercado estadounidense.

Referencias

- Bureau of Economic Analysis. (2021), *US Economic Accounts, Estados Unidos*, Recuperado de <http://www.bea.gov>
- Carbaugh, R. J. (2009). "Economía Internacional". CENGAGE Learning. México.
- Food and Agricultural Organization. (2021), "Base de datos estadísticos", FAOSTAT, Recuperado de <http://www.fao.org>
- Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010), "Econometría", McGraw-Hill Interamericana, México.
- Hernández S., D., Alejos G., A. A. y Casique G., A., (2021), *Impacts on Profitability for the Mexican Strawberry Producers due to an Increase in Exports to USA*, *International Journal of Agricultural Economics*, Vol. 6, No. 1, 1-11. Doi: <http://www.sciencepublishinggroup.com/journal/paperinfo?journalid=232&doi=10.11648/j.ijae.20210601.11>
- Hernández S., D. y Martínez D., M. A. (2009), *Procedimiento para el análisis de equilibrio parcial de las exportaciones mexicanas de mango (Mangifera indica) a EE.UU.*, *Revista Fitotecnia Mexicana*, Vol. 32 No. 3. 251-256. Doi: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/32-3/10a.pdf>
- Krugman, P. R. y Wells, R. (2010), "Introducción a la Economía", Reverté, España.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021), "Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero", México, Recuperado de: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Secretaría de Economía. (2021), "Sistema de Información Arancelaria Vía Internet", México, Recuperado de <http://www.economia-snci.gob.mx/>
- United States Department of Agriculture. (2021), "Foreign Agricultural Service on line", Estados Unidos, Recuperado de <https://apps.fas.usda.gov/gats/ExpressQuery1.aspx>
- United States Census Bureau. (2021), *Population Finder on line*, Estados Unidos, Recuperado de <https://data.census.gov/cedsci/table?q=United%20States>
- Williams, G. W. (2021), *International Agribusiness Trade Analysis*, Texas A&M University, Estados Unidos, Recuperado de <http://agecon2.tamu.edu/people/faculty/williams-gary/652/652LEC.HTM>.

Notas

1. Agradecimientos: Es de nuestro interés agradecer al Tecnológico Nacional de México en Celaya el apoyo administrativo, académico, logístico y de infraestructura para la realización de la investigación, así como el presente artículo.