CAPITULO 3

3.1 Estructura Metodológica y Modelo

Los modelos de equilibrio espacial con variables endógenas han sido utilizados para resolver el problema de equilibrios espaciales mediante mercados separados. Dichos modelos fueron desarrollados primeramente por Enke en 1950 y Samuelson[29] en 1952, donde demuestran que mediante el estudio de dos mercados separados espacialmente con economías sin regulación se puede formular el problema de maximizar el área bajo la curva de las demandas menos el área bajo la curva de las ofertas. El resultado de la maximización viene a ser una solución competitiva de equilibrio espacial. Posteriormente Takayama y Judge[30] utilizaron las funciones de oferta y demanda lineales para ampliar el planteamiento de Samuelson; utilizaron la programación cuadrática para determinar las dimensiones espaciales e intertemporales de la producción, precios, consumo y uso de los factores. Con ello resolvieron un algoritmo capaz de resolver las condiciones de equilibrio espacial que incluye el comercio de varios bienes interrelacionados entre varias regiones.

[29] Samuelson, Paul A. (1952). "Spatial Price Equilibrium and Linear Programming". American Economic Review. vol. 42.
[30] Takayama, Y. Y Judge G. (1964). "Spatial Equilibrium and Quadratic Programming". Journal of Farm Economic Association. Vol. 46, Number 1.

Duloy y Norton (1975) aproximando la función objetivo cuadrática a una función lineal hicieron posible la utilización del método simplex para la solución. Este método permite al investigador un aumento en tamaño y visión sobre los diferentes problemas que se pudiesen considerar. No obstante, complica la solución al tener que derivar una gran cantidad de condiciones de primer orden.

El modelo de equilibrio espacial se puede ampliar al incorporar países multi-importadores, multi-exportadores y multi-productos, dado de involucra la variable de transportación multimodal en países separados, debido a la existencia de distintos mercados en el mundo. El modelo de equilibrio espacial permite la incursión de cualquier grado de estructura de mercado, desde la competencia perfecta hasta el monopolio. Tsunemasa Kawaguchi, Nobuhiro Suzuki y Harry M. Kaiser (1997)[31] han realizado adaptaciones al modelo PELPS incorporando diversas formas de estructura de mercado para analizar el mercado de la leche en Japón y en Estados unidos.

El problema de equilibrio espacial es matemáticamente expresado como una maximización de las áreas bajo las curvas de demanda menos las áreas bajo las curvas de oferta menos los costos de transporte.

---

[31] Kawaguchi, Tsunemasa, et al. , "Impact of Federal Marketing Orders on the Structure of Milk Markets in the United States". Department of Agricultural, Resource, and Managerial Economics College of Agriculture and Life Sciences Cornell University Ithaca, New Cork, 1997.

3.2 Modelo Aplicado

El modelo que se aplicará es el de Kawaguchi, Suzuki y Kaiser[32], competencia imperfecta a través de un equilibrio de Nash-Cournot, al mercado mundial del Espárrago.

El modelo utiliza ofertas y demandas funcionalmente dependientes del precio, de esta manera, al aumentar el modelo de dos regiones comerciales a un número de n regiones, la función inversa de demanda para la j-ésima región es:

$$P_{dj} = P_{dj}\,(Q_{dj}) = \alpha_{dj} - \beta_{dj}\, Q_{dj}$$

Donde: P_{dj} = Precio de demanda en la región j.
Q_{dj} = Cantidad demandada en la región j.

De manera que

$$\delta Pdj\,(Qdj)\,/\,\delta Qdj \leq 0,$$

[32] Ibid.

El problema de maximización de los ingresos por ventas menos costos de transporte (aranceles, tasas, etc) en la región i se puede escribir de la siguiente manera[33]:

$$\text{Max } \Sigma\, Ri = \Sigma\Sigma\, Pdj\, Xij - \Sigma\Sigma\, Xij\, Tij$$

Donde: Tij = El costo de transporte de la región i a la región j.
Xij = La cantidad transportada de la región i a la región j.

Cuando la región i asume que un cambio en su oferta causará un cambio el todas las ofertas de las otras regiones, en el mercado j; la región i percibe un ingreso marginal en el mercado j de la siguiente forma:

$$\delta(Pdj\, Xij) / \delta Xij = Pdj - (1/\beta_{dj})\, (rij + 1)\, (Xij / ni) \quad \text{para todo i.}$$

Donde: $rij = \delta(\Sigma\, Xmj) / \delta Xij$ con $m \neq i$

rij= es el cambio en la oferta de las $m \neq i$ regiones cuando cambia la oferta de la región i.

Rescribiendo el beneficio marginal como el bienestar social neto tenemos que:

$$\text{Max } \Sigma \int [(\alpha_{dj} / \beta_{dj}) - (1/\beta_{dj})\, Qdj]\, \delta Qdj - \Sigma\Sigma (1/\beta_{dj})\, (rij+1)\, (1/ni) \int Xij\, \delta Xij - \Sigma\Sigma\, XijTij$$

Sujeto a

$Q_{dj} \leq \Sigma\, X_{ij}$ para toda j,

$\Sigma\, X_{ij} \leq Q_{si}$ para toda i,

$Q_{dj}, X_{ij} \geq 0$ para toda i y j.

[33] Guajardo Quiroga R., R.Tellez Cepeda y E.R Ortega Ojeda. (2003). "Impacto de la Apertura Comercial de-México y de su Integración en Bloques Comerciales en el Mercado Mundial de la Naranja". Documentos de Trabajo en Análisis Económico, Vol.2 Núm.3

Donde:

Q_{dj} = Cantidad demandada por la región j j V(1,2,...,n)

Q_{si} = Cantidad ofrecida por la región i iV (1,2,...,n)

α_{dj},β_{dj} son los parámetros de la ecuación de la demanda de la región j.

T_{ij} = costo de transporte de la región i a la región j iV (1,2,...,n)

X_{ij} = Cantidad transportada de la región i a la región j i V (1,2,...,n)

Si en el mercado hay competencia perfecta (rij = -1), el termino $\Sigma\Sigma(1/\beta_{dj})($ rij $+1)(1/$ ni $)$ / Xij δXij = 0 y la ecuación anterior es igual a la de Takayama y Judge .

Cuando en el mercado no hay competencia perfecta, sino que cada región puede afectar los precios con cambios en su propia oferta (rij = 0) , el término $\Sigma\Sigma(1/\beta_{dj})($ rij $+1)(1/$ ni $)$ / Xij δXij toma algún valor determinado y la ecuación indica un equilibrio de Nash-Cournot.

Con los multiplicadores λ_j y θ_i y utilizando el lagrangiano asociado con los conjuntos de restricciones de oferta y demanda. La solución y el equilibrio se obtienen con las condiciones de Kuhn-Tucker.

Este modelo arroja resultados relacionados con los niveles de producción y consumo para cada región, cantidades intercambiadas y precios de equilibrio. La solución del modelo se obtiene mediante un algoritmo de programación cuadrática. La desagregación en las regiones permitirá que los resultados del modelo sean más precisos y confiables, por ello será necesario introducir al proceso metodológico los elementos que expliquen las limitantes de la agregación en el uso de este modelo y el proceso más adecuado para desagregar.

3.3 Modelo

Para el análisis del mercado mundial del Espárrago se utilizará un modelo de equilibrio espacial con precios endógenos a través de un equilibrio de Nash-Cournot basado en ecuaciones lineales de oferta y demanda. El modelo supone dos escenarios base, competencia perfecta y competencia imperfecta.

Este modelo arroja resultados relacionados con los niveles de producción y consumo para cada región, cantidades intercambiadas y precios de equilibrio bajo los escenarios simulados. La solución del modelo se obtiene mediante un algoritmo de programación cuadrática.

3.4 Definición de las Regiones

El presente trabajo busca identificar el impacto que ha tenido la apertura comercial en el comercio mexicano del Espárrago, siendo el Tratado de Libre Comercio con América del Norte el Tratado Comercial de mayor peso económico y el Acuerdo de Cooperación con la Unión Europea el más reciente acuerdo comercial del país.

Cabe destacar que en estos dos Bloques Comerciales se encuentran los principales importadores y exportadores de Espárrago. China por su gran dominio en la agricultura e ingreso a la Organización Mundial de Comercio representa no solo un competidor fuerte para México, sino que pudiese llegar a eliminar por completo toda producción Mexicana y abastecer a USA (principal socio de México) y a la Unión Europea, por lo que es de vital importancia medir su grado de influencia. Del mismo modo Perú representa la competencia comercial más directa de México ya que se encuentra ubicado en el mismo continente y abastece al mismo país que México, Estados Unidos de Norteamérica. Los restantes productores de Espárrago quedarán comprendidos en Resto del Mundo.

3.5 Estimación de las Curvas de Oferta y Demanda

Como se establece en la Metodología, se calcularon funciones inversas lineales de Oferta y Demanda. Las variables que mejor explicaron las relaciones existentes en el mercado fueron: precio de oferta, precio de demanda, cantidades demandadas (consumo) y ofrecidas (producción), cantidades importadas y exportadas, rendimiento por hectárea y superficie sembrada. Dado que la cantidad demandada no es un dato directo, se procedió a la obtención del mismo. Calculando el consumo aparente por cada región analizada en base a la siguiente ecuación:

$$Q_{di} = Q_{si} + M_i - X_i$$

Donde:

Q_{di} Cantidad demandada por la región i (consumo aparente)

Q_{si} Cantidad producida por la región i

M_i Cantidad importada por la región i

X_i Cantidad exportada por la región i

Una vez obtenidos los niveles de consumo aparente, se calcularon las funciones inversas para la Oferta y la Demanda de cada región.

3.5.1 Oferta

La variable dependiente es el Precio de exportación (Pe_i) y la variable independiente la Producción Q_{si} (oferta), en algunos casos se utilizó como variables de ajuste las Exportaciones (Exp_i), la Superficie Sembrada (SUP_i) y el Rendimiento (RE_i). La ecuación resultante para la Oferta es:

$$Pe_i = \alpha + \beta_{i1} X_{i1} + \beta_{i2} X_{i2} + \beta_{i3} X_{i3}$$

Donde:

Xi: (Q_{si}, EXP_i, SUP_i, RE_i)   i= cada región del estudio

3.5.2 Demanda

Las variables que se utilizaron fueron, como variable dependiente, el precio de importación (Pi_i) y como variable independiente el consumo aparente anteriormente calculado Q_{di} (demanda). Como variables de ajuste se utilizaron las importaciones ($IMPORT_i$), superficie sembrada (SUP_i) y el rendimiento (RE_i). La ecuación de la demanda es:

$$Pi_i = \alpha + \beta_{i1} X_{i1} + \beta_{i2} X_{i2} + \beta_{i3} X_{i3}$$

Donde:

X_i : (Q_{di}, $IMPORT_i$,SUP_i,RE_i)   i = cada región del estudio

3.6 Estimación de Pendientes

Para estimar ambas pendientes se utilizó el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios mediante el programa computacional E-views. La estimación se realizó con un modelo lineal como el indicado en las ecuaciones de Oferta y Demanda, agregándoles el término de error para considerar las variables que no fueron incluidas explícitamente en la ecuación, por lo que el modelo a estimar fue:

$$P_i = \alpha + \beta_{i1} X_{i1} + \beta_{i2} X_{i2} + \beta_{i3} X_{i3} + e$$

Donde:

$P_i = (Pe_i, Pi_i)$

X_i : (Q_{di}, Q_{si}, EXP_i, $IMPORT_i$, SUP_i, RE_i)   i= cada región del estudio

Durante el proceso de estimación se presentaron problemas de autocorrelación, para lo cual se empleo del método iterativo AR(1) y AR(2) (rezago en uno y dos períodos respectivamente).[34]

Los datos necesarios para las estimaciones fueron obtenidos en la base de datos estadísticos mundiales de la FAO. La serie de tiempo que se empleo fue de 1970-2001, en algunos casos fue menor llegando a 1988-2001 con catorce períodos. La pendiente del Resto del Mundo no se estimó ya que cumplió la función de calibrar y ajustar el modelo.

3.6.1 Pendientes de Oferta.

Las pendientes estimadas para México, Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Unión Europea, China, Perú y Resto del Mundo, se muestran en la Tabla 28, éstas se sometieron a varias pruebas estadísticas para medir el grado de significancia y validez.

[34] Johnston, John. Econometric Methods. McGraw-Hill International Editions. 1991 Third edition.

Tabla 28. Pendientes de Oferta y Valores Estadísticos de las Regiones del Modelo.

Región	Pendiente Oferta	R^2	Prueba de t	Prueba de F
México	0.048850	0.71	2.83	23.91
USA	0.042413	0.62	3.54	24.33
Canadá	0.005601	0.59	0.01	12.43
U Europea	0.020164	0.77	4.00	24.33
China	0.003254	0.69	0.63	12.34
Perú	0.005812	0.82	4.25	26.49

En algunos casos como el de Canadá y Perú donde el grado de significancia de la prueba F no es alto, se compensan con los altos niveles en la prueba de T.

3.6.2 Pendientes de Demanda.

Para el caso de la oferta se tomaron los mismos períodos de tiempo que en la demanda y los problemas de autocorrelación que se llegaron a presentar se corrigieron mediante AR(1) y/o AR(2). A continuación se presenta la Tabla con los valores obtenidos.

Tabla 29. Pendientes de Demanda y Valores Estadísticos de las Regiones del Modelo.

Región	Pendiente de demanda	R2	Prueba de t	Prueba de F
México	-0.0544767	0.68	2.27	6.44
USA	-0.014988	0.76	2.22	9.05
Canadá	-0.042416	0.98	0.89	505.65
Unión Europea	-0.002640	0.72	2.23	9.56
China	-0.006362	0.65	1.14	3.80
Perú	-0.04567	0.68	2.18	7.48

3.7 Cálculo del Intercepto

Dado que en la mayoría de las pendientes estimadas se emplearon más de una variable independiente, el intercepto calculado por la regresión no representaba el verdadero valor donde la curva de oferta o demanda cortan al eje Y (precio).

Por lo que se calculó el intercepto para cada región, despejando el valor de α_1 de la función de Oferta o Demanda.

$\alpha_1 = P_i - \beta_i Q_i$ Donde se utilizaron valores promedios de P_i y Q_i así como las pendientes estimadas por las regresiones.

Tabla 30. Interceptos de Oferta y Demanda para las Regiones del Modelo.

	Oferta	Demanda
México	2 101.90	5 040.27
USA	250.86	6 994.69
Canadá	4 690.76	5 285.45
Unión Europea	577.32	5 633.89
China	-7 888.01	29 768.17
Perú	3 556.00	10 586.00
Resto del Mundo	3 863.13	12 400.00

3.8 Funciones de Oferta y Demanda

En base a los interceptos y pendientes obtenidas anteriormente, el siguiente paso es substituir dichos valores en las funciones de Oferta y Demanda para poder aplicar el modelo.

Las siguientes funciones de oferta y Demanda son las que se emplearon en el Modelo para realizar el análisis de los escenarios comerciales.

Tabla 31. Funciones de Oferta de las Regiones del Modelo.

Región	Función de Oferta
México	$P_o = 2101.90 + 0.048850 Q_o$
Estados Unidos de Norteamérica	$P_o = 250.86 + 0.042413\ Q_o$
Canadá	$P_o = 4690.76 + 0.005601\ Q_o$
Unión Europea	$P_o = 577.32 + 0.020164\ Q_o$
China	$P_o = -7888.01 + 0.003254\ Q_o$
Perú	$P_o = 3556 + 0.005812\ Q_o$
Resto del Mundo	$P_o = 3863.13 + 0.005811\ Q_o$

Tabla 32. Funciones de Demanda de las Regiones del Modelo.

País	Función de Demanda
México	$P_d = 5040.27 - 0.0544767Q_d$
Estados Unidos de Norteamérica	$P_d = 6994.69 - 0.14988\ Q_d$
Canadá	$P_d = 5285.45 - 0.042416\ Q_d$
Unión Europea	$P_d = 5633.89 - 0.002640Q_d$
China	$P_d = 29768.17 - 0.006362\ Q_d$
Perú	$P_d = 10586 - 0.04567Q_d$
Resto del Mundo	$P_d = 12400 - 0.045674\ Q_d$

3.9 Costos de Transporte

Para la obtención de los costos de transporte se investigó en empresas que manejasen transporte multimodal a nivel mundial. Las dos empresas donde se obtuvieron las mejores cotizaciones fueron Rulewave de México S.A. de C.V. y Grupo Proa S.A. de C.V., para obtener los costos de transporte de una región a otra, se buscó en el sitio de internet de Today's Market Price. Del mismo modo se utilizó como apoyo la tesis "Un Análisis de la Competitividad de la Naranja Mexicana a través de un Modelo de Equilibrio Espacial con Precios Endógenos".[35]

[35] Ortega Ojeda, Ruth. "Un Análisis de la Competitividad de la Naranja Mexicana a través de un Modelo de Equilibrio Espacial con Precios Endógenos". Tésis de Maestría en Economía Industrial. Facultad de Economía. U.A.N.L. Monterrey, México, 2001.

Tabla 33. Costos de Transporte para el año 2000.

	MEX	USA	CAN	UE	CH	PE	RM
MX	85	137	150	120	200	175	207
USA	123	94	109	113	163	125	154
CAN	203	85	25	88	150	150	151
UE	144	135	75	38	100	125	85
CH	240	150	175	125	50	150	115
PE	210	150	163	113	150	50	250
RM	241	130	138	95	91	150	63

Nota: cantidades expresadas en dólares por tonelada.

3.10 Aranceles y Tarifas

Los aranceles y tarifas que se emplearon para la aplicación del modelo se obtuvieron del World Tariff 2000, así como de los textos y listas del TLCAN y TLCUEM.

Tabla 34. Aranceles y Tarifas Mundiales al 2000.

	MEX	USA	CAN	UE	CH	PE	RM
MX	0	13[36]	0	480	630	605	210
USA	290	0	0	330	380	380	210
CAN	320	480	0	330	410	410	409
UE	250	540	190	0	330	330	210
CH	180	290	100	150	0	170	210
PE	190	300	100	360	190	0	210
RM	130	210	100	480	130	130	0

Nota: aranceles y tarifas expresados en dólares por tonelada.

[36] Referente al cálculo del arancel impuesto a México por USA, se procedió a reajustar el valor, dado que el valor original no registraba comercio alguno con ese país, aunado al incremento que registró el precio Mexicano de exportación, se realizó un precio promedio así como aranceles promedios ponderados por las cantidades exportadas y el resultado fue el mismo. El valor de ajuste para el 2000 proporciona la dirección verdadera de los flujos mundiales registrados por la USDA.

3.11 Costos Totales

Con base al costo de transporte más el arancel que se tiene que pagar por ingresar el producto al país importador, se realizó la siguiente Tabla, la cual muestra la cantidad total a pagar en dólares por tonelada.

Tabla 35. Costos Totales al 2000.

	MEX	USA	CAN	UE	CH	PE	RM
MX	85	150	250	600	830	805	417
USA	413	94	109	443	543	505	364
CAN	523	565	25	448	560	560	560
UE	394	675	265	38	430	455	295
CH	420	440	275	275	50	320	325
PE	400	180	263	480	340	50	460
RM	371	340	238	575	221	280	63

Al observar la Tabla se aprecia que los menores costos para exportar le pertenecen a México, con 150 dólares por tonelada para ingresar a EUA y 250 dólares por tonelada para ingresar a Canadá, Perú es el otro país que tiene costos de acceso no tan elevados con 180 y 263 dólares por tonelada para USA y Canadá. El punto clave para un bajo costo, es un precio de exportación bajo (mayor productividad), sin dejar de lado la enorme ayuda comercial que implica un Tratado de Libre Comercio.