



EL COLEGIO DE MÉXICO

CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA

**ANÁLISIS DE LAS TARIFAS EN LA INDUSTRIA DEL
TRANSPORTE AÉREO DE PASAJEROS:
UN EJERCICIO EMPÍRICO PARA MÉXICO**

LUIS VALENTÍN CRUZ HERNÁNDEZ

PROMOCIÓN 2017 - 2019

ASESOR:

ALEJANDRO I. CASTAÑEDA SABIDO

JULIO 2019

Agradecimientos

A mi familia, por su apoyo incondicional, su constante motivación y por todo el cariño que pueden darme.

A El Colegio de México, por formarme como economista pleno y poner a mi alcance una fuente inagotable de conocimientos.

A la Fundación Tokio, por dejarme pertenecer a una comunidad que ha logrado trascender las barreras en un mundo cada vez más divisivo.

A mis profesores, por compartir su vasta experiencia y conocimiento con nosotros. Especial agradecimiento a mi asesor de tesis, el profesor Alejandro Castañeda, por su invaluable guía en la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, por todas las experiencias que hemos vivido juntos en estos dos años.

Análisis de las tarifas en la industria del transporte aéreo de pasajeros: Un ejercicio empírico para México^{*}

Luis Valentín Cruz Hernández[†]

Resumen

Este trabajo realiza un análisis de las tarifas del transporte aéreo de pasajeros en México, se utiliza información de vuelos obtenida de sitios web y otras bases de datos nacionales. Si bien la literatura atribuye las variaciones en el precio de los vuelos a diversos factores. Se encontró que los costos de operación explican poco de la variación en los precios, la mayor parte de la variación en las tarifas aéreas se explica por los factores de demanda, las características del mercado y la estructura de red.

Palabras clave: Transporte aéreo, pasajeros, aerolíneas.

Abstract

This paper analyzes airfares in Mexican transport industry, uses flight information obtained from websites and other national databases. Although the literature attributes airfares' variation to several factors. It was found that operating costs explain little of the variation in prices, most of the variation in airfares is explained by demand factors, market characteristics and network structure.

Keywords: Air transport, passengers, airlines.

^{*} El autor agradece todos los comentarios y sugerencias de numerosos colegas que ayudaron a mejorar este trabajo. Todos los errores y omisiones son responsabilidad única del autor.

[†] El Colegio de México, Centro de Estudios Económicos. E-mail: lvacruz@colmex.mx

Índice

| | | |
|-------------|--|-----------|
| I | Introducción | 2 |
| II | Revisión de Literatura | 3 |
| 2.1 | Hechos estilizados de la desregulación de la industria aérea | 3 |
| 2.2 | Contribuciones en el marco de la industria aérea desregulada | 5 |
| 2.3 | La fijación de tarifas aéreas | 7 |
| 2.3.1 | Costos | 7 |
| 2.3.2 | Factores de demanda | 7 |
| 2.3.3 | Competencia y características de red | 8 |
| III | Datos | 9 |
| IV | Modelo | 12 |
| V | Resultados | 14 |
| VI | Conclusiones | 20 |
| VII | Referencias | 21 |
| VIII | Apéndice | 23 |

I. Introducción

En las últimas décadas, con los grandes avances tecnológicos, la industria del transporte ha experimentado cambios sin precedentes que han permitido trasladar cada vez mayor cantidad de personas a distancias más largas, en menor tiempo y a menor costo. De acuerdo con lo reportado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en el año 2018 se movilizaron más de 3,900 millones de personas en todo el territorio nacional siendo el transporte terrestre el modo más empleado con 95.6 % del total de pasajeros movilizados, le siguen en orden de importancia el transporte aéreo con 2.4 %, el transporte por ferrocarril con 1.5 % y el transporte por agua con 0.5 %.

Los datos de los últimos veinte años sugieren una tendencia creciente en el número de pasajeros transportados por aire, este incremento se ha acelerado gracias a la completa liberalización de precios, la eliminación de las restricciones a la entrada y la promulgación de la Ley de Aviación Civil y la Ley de Aeropuertos a mediados de los años noventa. De acuerdo con Graham, Kaplan y Sibley (1983) la desregulación de la industria aérea otorgó a las aerolíneas la libertad de escoger las tarifas, el tamaño de avión y carga que maximizaran los beneficios en cada mercado.

La Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) estima un incremento anual de 7.6 % del tráfico de pasajeros para el 2018, en particular, hubo un aumento sustancial de pasajeros domésticos con respecto al 2017 pasando de 45 a 50 millones de personas. Los aeropuertos que registran el mayor tráfico por número de pasajeros son en orden de importancia: Ciudad de México, Cancún, Guadalajara, Monterrey y Tijuana.

Aunque se han publicado numerosos trabajos tratando de explicar la dinámica de la industria aérea desregulada en el mundo, en México existe escasa literatura al respecto. En este sentido, el objetivo principal de este trabajo es tratar de averiguar, a través de un ejercicio empírico, cuáles son los factores que explican el precio de los billetes de avión en el mercado mexicano. Para cumplir con este propósito es necesario contar con información relevante acerca de vuelos, rutas y aeropuertos.

Como en muchos otros países, en México, no existe una base de datos que proporcione dicha información de manera detallada, aunque por fortuna las nuevas tecnologías nos han dotado de un conjunto de herramientas que permiten solucionar este tipo de problemas. Con la finalidad de establecer un precedente que posibilite realizar investigaciones futuras en el sector se ha construido una base de datos nacional con información de vuelos haciendo uso de técnicas como *web scraping* y *data mining*.

En la siguiente sección se describen algunos hechos estilizados de la desregulación de la industria aérea mexicana, así como las aportaciones que se han realizado para explicar la dinámica de la industria después de la desregulación y la fijación de las tarifas en otros países. La tercera sección describe la metodología que se utilizó para obtener los datos, las fuentes y algunas estadísticas descriptivas. En la sección cuatro se describen las variables y el modelo utilizado para este análisis. En la sección cinco se presentan los resultados y discusión. En la sección seis las conclusiones y en las últimas dos secciones las referencias y el apéndice.

II. Revisión de Literatura

2.1. Hechos estilizados de la desregulación de la industria aérea

Según lo documentado por Valdés (2007) el gobierno mexicano reguló estrictamente el transporte aéreo de pasajeros desde sus inicios en la década de 1920. La Ley General de Vías de Comunicación (LGVC) establecía las reglas de entrada al mercado e imponía controles de precios que tenían que aprobarse en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Dirección General de Tarifas (DGT). Fue un periodo caracterizado por el frecuente intervencionismo del Estado a través de transferencias de recursos públicos, subsidios al combustible, así como el surgimiento de monopolios legales por ruta derivado de las restricciones a la entrada. Era un mercado con baja eficiencia operativa y una presencia dominante de la Compañía Mexicana de Aviación S.A. (Mexicana) y Aeronaves de México S.A. (Aeroméxico¹) las cuales pasarían posteriormente a manos del gobierno.

¹ Bajo control estatal en 1988 se transformaría en Aerovías de México S.A. de C.V. conservando sólo el nombre comercial.

Con la privatización de Aeroméxico y Mexicana a finales de los años ochenta la participación del gobierno se redujo hasta alrededor de una tercera parte en ambas empresas. Al mismo tiempo, se publicó el Esquema Rector del Sistema Nacional de Transporte Aéreo el cual tenía como objetivo permitir la competencia a través de una reestructuración jerarquizada de la aviación nacional. Se estableció una clasificación para definir el tipo de transporte que se adecuaba más a cada ciudad. Las aerolíneas más grandes (Aeroméxico y Mexicana) se enfocaron en cubrir las principales ciudades y rutas del país, mientras que otras operaban en mercados regionales y locales sirviendo como alimentadoras de la red principal. Las aerolíneas troncales seguían teniendo los monopolios por ruta a menos que la densidad de pasajeros en ésta fuera lo suficientemente grande como para que operaran ambas a la vez. A las aerolíneas regionales se les permitió la libre entrada y fijación de tarifas.

Fue hasta 1991 que la SCT aprobó la completa liberalización de precios y eliminó las restricciones de entrada en aquellas rutas que sólo servían las aerolíneas troncales. La entrada de nuevos competidores y, posteriormente la fusión Aeroméxico – Mexicana² generaron cambios en las participaciones de mercado. En 1995 con la promulgación de la Ley de Aviación Civil (LAC), que sustituía la LGVC, se formalizó la operación y regulación de la industria aérea nacional. La ley normativizó las operaciones técnicas, la libre asignación de concesiones y permisos, las condiciones del servicio y la libre fijación de tarifas que no incurrieran en prácticas anticompetitivas. Tres años más tarde se elaboró un reglamento en el que se establecían los criterios para calificar la competencia y regular las tarifas en caso de prácticas desleales.

En 1995 también se publicó la Ley de Aeropuertos para la asignación de concesiones y permisos, construcción de infraestructura y administración de aeropuertos. En ese mismo año se creó, por disposición de la Comisión Federal de Competencia (CFC) y a solicitud de los acreedores, el Consorcio Internacional de Transportación Aérea (Cintra) para administrar las operaciones de Aeroméxico y Mexicana las cuales enfrentaban una situación financiera insostenible debido a la crisis y la mala administración. Los acreedores cedieron sus acciones del Cintra al Fondo Bancario de Protección al Ahorro (Fobaproa) y después al Instituto de Protección al Ahorro Bancario (IPAB). Como resultado de estas transacciones el gobierno terminó

² Esta fusión se autorizó por la SCT antes de la entrada en funciones de la Comisión Federal de Competencia.

controlando alrededor del 60 % del capital del Cintra.

En la segunda mitad de los años noventa se observaron que las tarifas en México eran muy caras debido al alto poder de mercado que ejercían Aeroméxico y Mexicana, razón por la cual en 1997 la CFC y la SCT acordaron fortalecer las reglas de competencia y regulación en la industria aérea. Sin embargo, fue a partir de 2005 con la privatización de Aeroméxico y Mexicana dos años después y el otorgamiento de nuevas concesiones a aerolíneas de bajo costo cuando se empezó a observar una redistribución del mercado.

Cardoso-Vargas (2010) menciona que con los estragos de la crisis en 2009, Mexicana y varias aerolíneas de bajo costo enfrentaron dificultades para continuar compitiendo en el mercado. A partir de ese año, se originó una nueva configuración en las participaciones de mercado entre las aerolíneas que permanecieron en la industria.

2.2. Contribuciones en el marco de la industria aérea desregulada

Algunas décadas atrás la industria aérea había sido desregulada en Estados Unidos con la promulgación de la *Airline Deregulation Act* la cual, entre otras cosas, otorgaba a las aerolíneas la libertad de cambiar la red de rutas que operaba y sus estrategias de precios. Brueckner, Dyer y Spiller (1992) señalan que a partir de ese momento los economistas renovaron el interés por encontrar los determinantes de las tarifas aéreas.

Numerosos estudios fueron publicados en los años posteriores tratando de comparar el desempeño la industria antes y después de la desregulación³. Asimismo, se realizaron contribuciones notables en el marco de la nueva dinámica de la industria. En la literatura se mencionan comúnmente los trabajos de Graham, Kaplan y Sibley (1983); Hurdle et al. (1989); Borenstein (1989); Morrison y Winston (1990); y Brueckner, Dyer y Spiller (1992).

Graham, Kaplan y Sibley (1983) probaron dos hipótesis. La primera sugería que a partir de la desregulación de la industria las aerolíneas comenzaron a utilizar mayor capacidad y la segunda planteaba que la competencia potencial mantendría las tarifas en niveles competitivos aún en mercados muy concentrados. Utilizando distintas especificaciones econométricas encontraron que con el cambio en los patrones de carga las empresas iniciaron una utilización

³ Véase Levine (1987) y Valdez-Ramírez (2011).

más eficiente de capacidad, que las tarifas estaban muy relacionadas a los costos del servicio, también notaron que las características del mercado explicaban gran parte de la variación en precios y que la presencia de nuevos o potenciales competidores hacía que la alta concentración en el mercado tuviera un efecto menor en la fijación de tarifas aéreas.

Por otro lado, Hurdle et al. (1989) aportaron nueva evidencia al debate acerca del desempeño competitivo en mercados altamente concentrados en donde existe amenaza de entrada. Ellos afirman que la estructura del mercado sí importa y que el efecto de la amenaza de entrada es diferente en cada mercado pues depende de las características de éste y de las particularidades de las aerolíneas que lo sirven.

Basándose en que la hipótesis de los mercados contestables no refleja la manera en que se fijan los precios de las aerolíneas. Borenstein (1989) contribuye a establecer las fuentes de poder de mercado en la industria aérea, advierte que aun cuando se ha probado que los modelos de distribución *hub-and-spoke*⁴ permiten una utilización más eficiente de recursos que los modelos *point-to-point* las tarifas son más altas en aquellas rutas que tienen origen o destino los aeropuertos que sirven como centros de conexión (*hubs*) para las compañías aéreas. Hallazgos similares manifiestan Morrison y Winston (1990), ellos proponen enfocar la política pública a aumentar el número de competidores en el mercado reemplazando las restricciones de horario (*slots*) por mecanismos de tarifas de aterrizaje y despegue basados en la congestión. Eliminar o gravar los programas de viajero frecuente que pueden exacerbar las barreras a la entrada en los centros de conexión aeroportuarios, aunque aconsejan no detener la formación de éstos o dismantelarlos por los beneficios que otorgan al consumidor.

Desde otro punto de vista, Brueckner, Dyer y Spiller (1992) proporcionan evidencia empírica que sugiere que las redes *hub-and-spoke* reducen las tarifas en los mercados que sirven pues el incremento del tráfico aéreo y las economías de densidad permiten a las aerolíneas reducir sus costos de operación a través de la utilización eficiente de los recursos que disponen.

⁴ En este tipo de redes existe un nodo principal (*hub*) que conecta a otros más pequeños (*spokes*).

2.3. La fijación de tarifas aéreas

Usualmente se explora en la literatura la relación entre las tarifas aéreas, los costos, los factores de demanda, la competencia y las características de la red. A partir de esta clasificación, en los siguientes apartados se mencionan las variables que han utilizado diversos autores para explicar las tarifas aéreas.

2.3.1. Costos

Desde antes de la desregulación de la industria la distancia ha sido usada para fijar tarifas de modo que es común que se incluya en cualquier estudio que relacione el precio y los costos del servicio. Graham, Kaplan y Sibley (1983); Borenstein (1989); Hurdle et al. (1989) y Borenstein y Rose (1994) han incluido el factor de carga en los costos de operación de un vuelo. Por economías de escala al aumentar la carga o el tamaño de la aeronave se pueden reducir los costos por pasajero, si bien las tarifas finales podrían ser menores hay que tomar en consideración si se opera en horas de congestión en cuyo caso se incrementan costos y se ofertan menos descuentos en las tarifas.

Ros (2011) incluye en los costos de operación las tarifas que se cobran por los diferentes servicios aeroportuarios (aterrizaje, tarifas de uso de aeropuerto, plataformas etc.)

2.3.2. Factores de demanda

Las publicaciones de Graham, Kaplan y Sibley (1983); Brueckner, Dyer y Spiller (1992); Berry (1990); Morrison y Winston (1990); Kwoka y Shumilkina (2010) y Ros (2011) toman en cuenta el ingreso per cápita o la población de las ciudades de origen o destino como determinantes de las tarifas aéreas. Estas variables están directamente correlacionadas con la demanda de vuelos, las ciudades con mayor población y nivel de ingreso pueden beneficiarse de las economías de densidad al incrementarse la demanda por el servicio, sin embargo, si la oferta no se ajusta a este incremento de la demanda se generan presiones al alza de precios.

Borenstein (1989); Borenstein y Rose (1994); Kwoka y Shumilkina (2010) y Ros (2011) también consideran el potencial turístico de las ciudades pues los viajeros de turismo tienden

a tener una elasticidad de la demanda mucho más alta que los viajeros de negocios, es decir, están más dispuestos a cambiar la hora del vuelo, la aerolínea o el medio de transporte a medida que el precio aumenta.

Mantin y Koo (2010) mencionan que las tarifas suelen incrementar a medida que se acerca el día de salida y durante los fines de semana. Estas estrategias de fijación de precios permiten que las aerolíneas exploten al máximo los patrones de demanda en el mercado. Finalmente, Borenstein y Netz (1999) agregan que las compañías aéreas utilizan la programación de vuelos durante el día para diferenciar el servicio.

2.3.3. Competencia y características de red

La teoría económica nos dice que cuando existe rivalidad entre empresas hay incentivos para la innovación y la eficiencia, de tal manera que los consumidores pueden obtener productos o servicios de mayor calidad a menor precio. Varios estudios empíricos han evaluado el impacto de la estructura del mercado en la fijación de tarifas aéreas utilizando diversas medidas de concentración como el índice de Herfindahl-Hirschman, la proporción de frecuencias de vuelos semanales o el número de competidores en determinada ruta. Borenstein (1989) incluye como fuentes de poder de mercado la dominancia en rutas y aeropuertos que sirven como centros de conexión. Algunos autores como Graham, Kaplan y Sibley (1983); Hurdle et al. (1989) y Kwoka y Shumilkina (2010) también han evaluado el efecto de las aerolíneas de bajo costo o de competidores potenciales en un mercado en el que es relativamente fácil, para las aerolíneas, comenzar a operar una ruta cuando ya tienen presencia en los aeropuertos que comprende dicha ruta.

Adicionalmente en estos estudios se ha estimado el impacto de los aeropuertos congestionados o de aquellos controlados por *slots*. La evidencia indica que la competencia potencial no es suficiente para mantener las tarifas a un nivel competitivo y que existe una correlación positiva entre tarifas altas y poder de mercado.

III. Datos

La información de vuelos fue obtenida del sitio <https://www.google.com/flights> mediante técnicas de *web scraping* y minería de datos⁵. El algoritmo desarrollado simula un usuario promedio que navega en internet buscando boletos de avión sencillos en clase turista en el periodo t . El “usuario” cotiza diariamente vuelos directos en 244 rutas por un periodo de seis semanas considerando vuelos programados a una, dos, cuatro, ocho y doce semanas posteriores al periodo t . Después de seis semanas obtiene una base de datos con 217,834 observaciones que contiene la siguiente información de vuelos: aerolínea, precio, horario, tiempo de vuelo, fecha, ciudad de origen y ciudad de destino. El “usuario” proporciona su base de datos para realizar el análisis.

A la base de datos se le agregaron las variables: distancia, número de pasajeros, ingreso y costos por servicios aeroportuarios. La distancia en kilómetros para las diferentes rutas está disponible a través de la aplicación del sitio <https://www.greatcirclemapper.net/>. Como proxy del número de pasajeros por ruta se utiliza la cantidad de pasajeros reportada mensualmente por la SCT para el año 2018. Como proxy del ingreso por ciudad se estimó el ingreso por municipio con los datos de la Encuesta Nacional Ingreso Gasto de los Hogares 2016 (ENIGH⁶). Las tarifas⁷ por servicios aeroportuarios de los diferentes aeropuertos del país para el año 2018 se encuentran publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF).

Otras variables como el número de frecuencias en la semana o el número de competidores actuales o potenciales en la ruta fueron creadas con la información disponible en la base de datos original. También se agregaron variables dicotómicas (*dummies*) para controlar por cuestiones de congestión en los aeropuertos, centros de conexión o temporalidad.

⁵ Véase el procedimiento en <https://github.com/lvcruz/Datos-Google-Flights>.

⁶ El municipio de San Pedro Mixtepec -Distrito 22- no está considerado en la encuesta por lo que se usó como sustituto el municipio de Santa María Hualtuco.

⁷ En el caso del Aeropuerto Internacional de Toluca solo existen datos para el año 2017.

Estadística descriptiva

En la tabla 1 se muestran las tarifas promedio de billetes cotizados con una, dos, cuatro, ocho y doce semanas de anticipación, se puede observar que las tarifas aumentan hasta 30 % a medida que compramos con menos tiempo de anticipación. Los vuelos más baratos en la muestra son ofertados por las aerolíneas VivaAerobus, Volaris e Interjet en diferentes rutas, dichos vuelos tienen un precio menor a \$400 pesos mientras que los vuelos más caros sobrepasan los \$9,000 pesos siendo operados por Aeromar o Aeroméxico. En la figura 1 se puede ver cómo las tarifas promedio por día aumentan en aquellos vuelos programados para el fin de semana siendo los días martes en donde se reportan los precios más bajos.

Tabla 1: Estadística descriptiva del precio de los billetes de avión

| | Obs. | Mean | Std. Dev. | Min | Max |
|----|-------------|-------------|------------------|------------|------------|
| 01 | 42,189 | 1,920.698 | 1,085.728 | 393 | 11,421 |
| 02 | 42,471 | 1,734.153 | 944.232 | 369 | 10,285 |
| 04 | 43,276 | 1,593.094 | 808.527 | 249 | 9,846 |
| 08 | 44,855 | 1,697.500 | 905.071 | 249 | 9,420 |
| 12 | 45,043 | 1,473.776 | 695.141 | 249 | 9,280 |

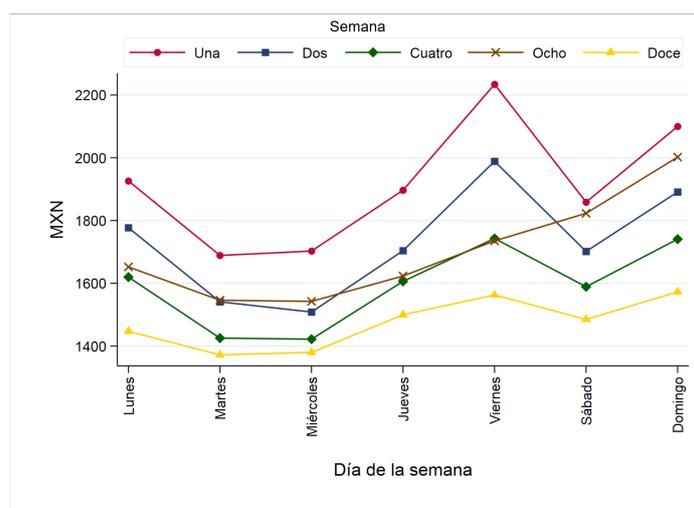


Figura 1: Promedio de precios por día y semana de anticipación

En la tabla 2 se presenta la estadística descriptiva de otras variables importantes como la distancia, la cantidad de pasajeros transportados, el número de vuelos semanales, el índice Herfindahl-Hirschman o las tarifas por servicios aeroportuarios. Nótese que la distancia promedio entre aeropuertos en los 244 trayectos considerados es de 1,119 km con una desviación estándar de 618 km, la ruta de mayor distancia es Cancún - Tijuana con 3,238 km y la de menor distancia es Guadalajara - Puerto Vallarta con 203 km.

El promedio de pasajeros transportados mensualmente en las diferentes rutas fue de casi 15,000 con una desviación estándar alta. La ruta Cancún – Ciudad de México fue la ruta con mayor cantidad de pasajeros transportados en un mes mientras que la ruta Mérida – Villahermosa fue la ruta que reportó menor cantidad de pasajeros transportados.

El índice Herfindahl-Hirschman⁸ promedio de frecuencias semanales de casi 7,000 señala una alta concentración en el mercado, de hecho, el índice oscila entre 2,568 y 10,000 mientras que el número de competidores por ruta oscila entre uno y cinco. Los datos muestran que el 60 % de las rutas posee dos o más competidores siendo las rutas más comerciales como Ciudad de México - Guadalajara o Guadalajara - Monterrey las que poseen el máximo de competidores. El número de vuelos semanales en las diferentes rutas (frecuencias⁹) fluctúa entre 1 y 119 con un promedio de 13 y una desviación estándar de 17.

El promedio de tarifas aeroportuarias no supera los \$400 pesos siendo el Aeropuerto Internacional de Cancún (CUN) el que cobra las tarifas más baratas y el Aeropuerto Internacional de Durango (DGO) el que posee las tarifas más altas. Con respecto al ingreso per cápita, el promedio del año 2016 de los 43 municipios considerados en la muestra fue de \$7,995 pesos con una desviación estándar de \$1,532 pesos, la ciudad con mayor ingreso real per cápita fue la Ciudad de México mientras que el municipio de Palenque, Chiapas fue el que reportó menor nivel de ingreso real per cápita.

⁸ Se consideran los datos de la última semana.

⁹ Se consideran los datos de la última semana.

Tabla 2: Estadística descriptiva de variables principales

| Variable | Obs. | Mean | Std. Dev. | Min | Max |
|--------------------|-------|----------|-----------|---------|----------|
| <i>PASAJEROS</i> | 1,220 | 14,895.2 | 26,936.7 | 38 | 220,202 |
| <i>DISTANCIA</i> | 244 | 1,119.4 | 618.5 | 203 | 3,238 |
| <i>FRECUENCIAS</i> | 244 | 12.8 | 16.9 | 1 | 119 |
| <i>IHH</i> | 244 | 6,994.4 | 2,592 | 2,568.5 | 10,000 |
| <i>TARIFAS</i> | 43 | 381.6 | 93.7 | 188.5 | 508 |
| <i>INGRESO</i> | 43 | 7,995.2 | 1,532.2 | 4,823.3 | 11,073.5 |

IV. Modelo

Para determinar cuales son los factores que más influyen en la determinación del precio de las aerolíneas se desea estimar la siguiente ecuación:

$$LPRECIO = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k x_k + v \quad (1)$$

donde $LPRECIO$ es el logarimo natural del precio de los billetes avión sencillos en clase turista en MXN y x_k representa alguna de las siguientes variables explicativas:

DIST: Distancia en km de la ruta i .

DIST_SQ: Distancia en km de la ruta i al cuadrado.

LING: Logaritmo natural de la media aritmética del ingreso real per cápita en las ciudades de origen y destino.

LPAX: Logaritmo natural de la cantidad mensual de pasajeros en la ruta i .

LCSA: Logaritmo natural de la media aritmética de los costos por servicios aeroportuarios en los aeropuertos de origen y destino.

NCOMP: Número de competidores en la ruta i .

- PCOMP: Número de competidores potenciales en la ruta i .
- NFREC: Número de vuelos semanales ofertados por la aerolínea j en la ruta i .
- CONGEST: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el vuelo tiene origen el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM) en horario congestionado¹⁰ y cero en otro caso.
- HUB: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando la aerolínea j tiene un centro de conexión en el aeropuerto de origen o destino y cero en otro caso.
- TURIST: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando la ciudad de destino en la ruta i es considerada como uno de los destinos turísticos más populares¹¹ en México y cero en otro caso.
- MANANA: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el horario programado para el despegue del vuelo se encuentra entre las 00:01 y las 11:59 y cero en otro caso.
- TARDE: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el horario programado para el despegue del vuelo se encuentra entre las 12:00 y las 19:59 y cero en otro caso.
- NOCHE: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el horario programado para el despegue del vuelo se encuentra entre las 20:00 y las 23:59 y cero en otro caso.
- BCOSTO: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando la aerolínea que ofrece el servicio es considerada como de bajo costo¹² y cero en otro caso.
- FIN_DSEM: Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el vuelo se encuentra programado para el día viernes, sábado o domingo y cero en otro caso.
- T_ALTA: Variable *dummy* de temporada alta, toma el valor de uno si el vuelo está programado entre el 13-04-19 y el 28-04-2019 y cero en otro caso.

¹⁰ La franja horaria declarada como saturada va de las 7:00 a las 22:59.

¹¹ Se consideran los aeropuertos ACA, CUN, PVR, CZM y SJD.

¹² Por el tipo de servicio se consideró como de bajo costo a Volaris y VivaAerobus.

ANT n : Variable *dummy* que toma el valor de uno cuando el billete de avión se compró con n semanas de anticipación y cero en otro caso. ($n = \{01, 02, 04, 08, 12\}$)

Una opción es estimar la ecuación 1 por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), sin embargo, es posible que algunas variables como la cantidad de pasajeros y el número de competidores sean endógenas en el modelo al determinarse simultáneamente con el precio. La existencia de simultaneidad daría lugar a estimadores sesgados e inconsistentes. Para resolver este problema es común utilizar el método de Mínimos Cuadrados en Dos Etapas (MC2E) que resuelve el problema de minimización utilizando instrumentos para las variables endógenas. Estos instrumentos deben estar correlacionados con la variable endógena y a su vez deben ser exógenos en el modelo.

Los instrumentos utilizados en la estimación por MC2E son la media geométrica de la población en las ciudades de origen y destino¹³ y el número de aerolíneas en los aeropuertos de origen. El valor del estadístico de Sargan no rechaza la hipótesis nula de que, en conjunto, estos instrumentos son instrumentos válidos. Además, el estadístico LM sugiere que los instrumentos son relevantes, es decir, que están correlacionados con los regresores endógenos. Asimismo, la prueba de identificación débil rechaza la hipótesis de que los instrumentos relevantes están correlacionados débilmente.

En la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos en la estimación de la ecuación 1 por ambos métodos.

V. Resultados

La tabla 3 muestra los resultados de los modelos estimados por MCO y MC2E. En ambos modelos el coeficiente estimado de la distancia es pequeño, pero estadísticamente significativo. Un aumento en la distancia de 100 km apenas aumenta en promedio 2 % el precio de los billetes de avión. El valor de este coeficiente se relaciona con el hecho de que el costo del vuelo per cápita se reduce a medida que aumenta el número de pasajeros pues en vuelos de mayor distancia se requieren aviones con mayor capacidad.

¹³ Estimada con la Encuesta Intercensal 2015.

De acuerdo con la teoría económica un aumento en el ingreso de la población incrementa el precio del bien a través del incremento de la demanda. Los signos de los coeficientes estimados del ingreso son consistentes con la teoría y revelan que en el primer modelo estimado un aumento del 10 % en el ingreso per cápita incrementa 4 % el precio de los billetes de avión mientras que en el segundo modelo el efecto es mayor, el mismo aumento en el ingreso aumenta 5.8 % el precio. Por otro lado, un aumento de 10 % en la cantidad de pasajeros por ruta predeciría una disminución del precio de 13.5 % en el modelo uno y de 18.7 % en el modelo dos. Esto es consistente con el aprovechamiento de economías de escala pues mercados más grandes permiten a las aerolíneas operar aviones con mayor capacidad de carga y de pasajeros reduciendo así los costos de operación.

Asimismo, en el primer modelo, un aumento de 10 % en las tarifas por servicios aeroportuarios predice un incremento de 0.12 % en el precio de los vuelos. Sin embargo, este coeficiente no es estadísticamente significativo y el efecto que tiene sobre el precio es pequeño, una posible explicación es que, exceptuando la Tarifa de Uso de Aeropuerto, cada pasajero paga sólo una pequeña parte del total de los costos por servicios aeroportuarios (CSA). En el segundo modelo, una aumento en la misma magnitud de los CSA responde a un incremento en el precio de 0.71 %. Este coeficiente es estadísticamente significativo al 99 %.

Respecto al número de competidores por ruta, los resultados señalan que el precio disminuye a medida que incrementa el número de competidores. El efecto de nueva entrada es mayor en el segundo modelo pues el precio disminuye 1.7 % más con la entrada de un nuevo competidor, aunque en ambos modelos los coeficientes son estadísticamente significativos. En cambio, el número de frecuencias ha mostrado tener una relación positiva con el precio, posiblemente un incremento en el número de frecuencias obliga a las aerolíneas a utilizar aviones más pequeños en mercados en los que la demanda es constante. La utilización de aviones de menor capacidad aumenta los costos de operación y en consecuencia el precio de los billetes de avión. Los resultados apuntan a un incremento de entre 0.3 % y 0.5 % en el precio ante un vuelo adicional en la semana.

Las aerolíneas que tienen centros de conexión son susceptibles a fijar precios más altos en las rutas que involucran los aeropuertos en los que tienen dominancia. Los datos revelan que los vuelos que tienen origen o destino algún aeropuerto que sirve como centro de conexión son en promedio 9.2 % más caros de acuerdo con el primer modelo y 6.6 % más caros según el segundo modelo. Otra variable que tiene relación positiva con el precio es el congestionamiento en los aeropuertos de origen, en particular, los vuelos que tienen origen el AICM dentro de la franja horaria declarada como saturada son en promedio 7.7 % más caros. Los coeficientes de ambos modelos son estadísticamente significativos e iguales.

De igual forma, los vuelos programados los fines de semana son en promedio 11 % más caros que en el resto de la semana pues las aerolíneas aprovechan los patrones de demanda para maximizar sus beneficios. Asimismo, los resultados de ambos modelos han mostrado que los vuelos programados por la mañana y la noche son más baratos que los vuelos programados por la tarde. Según estos modelos los vuelos programados por la mañana son en promedio 3.5 % o 3.7 % más baratos que los vuelos programados por la tarde mientras que los vuelos programados por la noche son 8.8 % más baratos.

Los vuelos que tienen como destino alguna de las principales ciudades turísticas de México también son más caros aun cuando los viajeros de turismo tienen una elasticidad de demanda más alta que los viajeros de negocios. Una posible explicación es que la distancia entre estos pares de ciudades hace que la elasticidad de la demanda por vuelos de los viajeros de turismo sea, en realidad, baja. El coeficiente obtenido en las regresiones apunta a un aumento en el precio de 8 % en el modelo uno o de 9.8 % en el modelo dos.

En las rutas en la que existe un potencial competidor también es común que se observen precios más bajos pues es relativamente fácil para las aerolíneas comenzar a operar una ruta que comprende un par de aeropuertos en los que ya tienen presencia. En el modelo estimado por MCO el coeficiente asociado a la entrada de un potencial competidor muestra que el precio se mantiene 3.4 % por debajo del que fijarían las aerolíneas si no existiera un competidor potencial. En el modelo estimado por MC2E el precio se mantiene 6.1 % por debajo del precio cuando no existe posibilidad de entrada.

De la misma manera, las aerolíneas de bajo costo ofrecen tarifas con rebajas de más 40 % con respecto a las demás aerolíneas. En ambos modelos se obtienen resultados similares con coeficientes estadísticamente significativos. Una explicación a las bajas tarifas que ofrecen estas aerolíneas está asociada al tipo de servicio que ofertan, en general, las tarifas en vuelos de aerolíneas de bajo costo sólo incluyen equipaje de mano y se requiere pagar una tarifa adicional por equipaje documentado.

Las regresiones también apuntan a un incremento de 24.3 % en el precio de los vuelos en temporada alta, este aumento se debe a la alta demanda que se registra en ese periodo. El precio de los billetes de avión también depende del tiempo de anticipación con que se compre. Los boletos comprados con una semana de anticipación son, en promedio, 15 % más caros que los vuelos comprados con cuatro semanas de anticipación, los vuelos comprados con dos semanas de anticipación son 6 % más caros, los comprados con ocho semanas de anticipación son 2.6 % más baratos y los comprados con doce semanas de anticipación son 7.9 % más baratos. Los coeficientes de esta variable son similares en ambos modelos y son todos estadísticamente significativos.

Tabla 3: Estimaciones por MCO y MC2E

| | <i>Variable dependiente: LPRECIO</i> | |
|---------|--------------------------------------|---------------------------------|
| | <i>MCO</i> (1) | <i>MC2E</i> [†] (2) |
| DIST | 0.0002*** (0.00001) | 0.0002*** (0.00001) |
| DIST_SQ | 0.000*** (0.000) | 0.000* (0.000) |
| LPAX | -0.135*** (0.002) | -0.187*** (0.008) |
| LING | 0.407*** (0.013) | 0.586*** (0.021) |
| LCSA | 0.012 (0.007) | 0.071*** (0.008) |
| NCOMP | -0.006*** (0.001) | -0.023*** (0.006) |
| NFREC | 0.003*** (0.00005) | 0.005*** (0.0001) |
| PCOMP | -0.034*** (0.001) | -0.061*** (0.001) |
| CONGEST | 0.077*** (0.002) | 0.077*** (0.002) |
| HUB | 0.092*** (0.002) | 0.066*** (0.002) |
| ANT01 | 0.150*** (0.003) | 0.146*** (0.003) |
| ANT02 | 0.063*** (0.003) | 0.060*** (0.003) |

Continuación

| | <i>Variable dependiente: LPRECIO</i> | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| | <i>MCO</i> (1) | <i>MC2E</i> [†] (2) |
| ANT08 | -0.026*** (0.003) | -0.026*** (0.003) |
| ANT12 | -0.079*** (0.003) | -0.079*** (0.003) |
| FIN_DSEM | 0.109*** (0.002) | 0.110*** (0.002) |
| MANANA | -0.035*** (0.002) | -0.037*** (0.002) |
| NOCHE | -0.088*** (0.002) | -0.088*** (0.002) |
| BCOSTO | -0.446*** (0.002) | -0.425*** (0.003) |
| T_ALTA | 0.243*** (0.003) | 0.243*** (0.003) |
| TURIST | 0.080*** (0.003) | 0.098*** (0.003) |
| Constant | 4.667*** (0.112) | 3.226*** (0.154) |
| Observations | 217,834 | 217,834 |
| R ² | 0.401 | 0.392 |
| Adjusted R ² | 0.401 | 0.392 |
| Residual Std. Error (df = 217813) | 0.374 | 0.376 |
| F Statistic | 7,288.253*** (df = 20; 217813) | |
| <i>Note:</i> | *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01 | |
| † Instrumented Instruments: | LPAX NCOMP | LPOB NAERO |

VI. Conclusiones

Frente a la evidencia recolectada, se comprueba que aun cuando los costos de operación de un vuelo son importantes para las aerolíneas, éstos explican poco de la variación en los precios de los billetes de avión. En primer lugar, la evidencia muestra que las variaciones en el precio se explican mejor por factores de demanda como el día o la hora de salida del vuelo, el tiempo de anticipación con que se compran los billetes de avión, la temporada o el potencial turístico de las ciudades.

En segundo lugar, las características del mercado de transporte aéreo mexicano y la estructura de red importan. Por un lado, tal como se documenta en la literatura, el precio de los billetes de avión es menor cuando la aerolínea que opera el vuelo es de bajo costo, cuando existe mayor número de competidores en el mercado y en aquellas rutas en las que existe amenaza de entrada, es decir, la presencia de competidores potenciales en los aeropuertos de origen o destino es suficiente para disciplinar los precios que fijan los competidores actuales.

Por otro lado, la condición de saturación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México crea una barrera a la entrada haciendo que los vuelos que tienen origen o destino este aeropuerto sean, en promedio, más caros. Dado que la franja horaria declarada como saturada es lo suficientemente amplia, la elasticidad por el lado de la oferta es baja pues las aerolíneas están restringidas en *slots*. La autoridad de competencia considera que en el caso del AICM los *slots* son un insumo esencial que se debe asignar a través de un mecanismo de subasta para fomentar la competencia aun en condiciones de saturación.

Las tarifas aéreas también suelen ser mayores en aquellas rutas que comprenden aeropuertos que son usados como centros de conexión. Este aumento de tarifa puede estar ligado a la ventaja competitiva que tienen las aerolíneas en estos aeropuertos, pues la alta capacidad de respuesta y maniobra combinado con una participación dominante en el tráfico aéreo pueden exacerbar las barreras a la entrada. Aun cuando las tarifas son más altas, los consumidores pueden beneficiarse de una mayor frecuencia de vuelos, una alta conectividad y otras eficiencias derivadas del uso de aeropuertos como centros de conexión.

Finalmente, los resultados obtenidos de este análisis, los datos y el procedimiento utilizado para generarlos pueden ser de utilidad para trabajos futuros que nos ayuden a comprender mejor el comportamiento del mercado de transporte aéreo de pasajeros en México y así elaborar mejores recomendaciones de política económica.

VII. Referencias

- Berry, S. T. (1990). Airport presence as product differentiation. *American Economic Review*, 80(2), 394–399.
- Borenstein, S. (1989). Hubs and high fares : Dominance and market power in the U. S. airline industry. *The RAND Journal of Economics*, 20(3), 344–365.
- Borenstein, S., y Netz, J. (1999). Why do all the flights leave at 8 am?: Competition and departure-time differentiation in airline markets. *International Journal of Industrial Organization*, 17(5), 611–640.
- Borenstein, S., y Rose, N. L. (1994). Competition and price dispersion in the U.S. airline industry. *Journal of Political Economy*, 102(4), 653–683.
- Brueckner, J. K., Dyer, N. J., y Spiller, P. T. (1992). Fare determination in airline Hub-and-Spoke networks. *The RAND Journal of Economics*, 23(3), 309–333.
- Cardoso-Vargas, C. E. (2016). Competencia económica en el sector de transporte aéreo de pasajeros en México. *Economía Informa*, 397, 39–60.
- Graham, D. R., Kaplan, D. P., y Sibley, D. S. (1983). Efficiency and competition in the airline industry. *The Bell Journal of Economics*, 14(1), 118–138.
- Hurdle, G. J., Johnson, R. L., Joskow, A. S., Werden, G. J., Williams, M. A., y Johnson, L. (1989). Concentration , potential entry , and performance in the airline industry. *The Journal of Industrial Economics*, 38(2), 119–139.
- Kwoka, J., y Shumilkina, E. (2010). The price effect of eliminating potential competition: Evidence from an airline merger. *Journal of Industrial Economics*, 58(4), 767–793.
- Levine, M. E. (1987). Airline competition in deregulated markets: Theory, firm strategy, and public policy. *Yale Journal of Regulation*, 4(2), 393–494.

- Mantin, B., y Koo, B. (2010). Weekend effect in airfare pricing. *Journal of Air Transport Management*, 16(1), 48–50.
- Morrison, S. A., y Winston, C. (1990). The dynamics of airline pricing and competition. *American Economic Review*, 80(2), 389–393.
- Ros, A. J. (2011). The determinants of pricing in the Mexican domestic airline sector: The impact of competition and airport congestion. *Review of Industrial Organization*, 38(1), 43–60.
- SCT. (2018a). *Estadística Básica*. Recuperado de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/autotransporte-federal/estadistica/2018/>.
- SCT. (2018b). *Estadística Operacional de Aerolíneas*. Recuperado de <http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/aeronautica-civil/5-estadisticas/53-estadistica-operacional-de-aerolineas-traffic-statistics-by-airline/>.
- Valdés, V. (2017). Regulación, competencia y liberalización: El caso de las aerolíneas en México. *Panorama Económico*, 3(5), 73–115.
- Valdés, V., y Ramírez, J. C. (2011). Una evaluación sobre la desregulación del mercado de aerolíneas en México. *Economía Mexicana. Nueva época*, 20(1), 5–35.

VIII. Apéndice

1. Rutas

| | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ACA-GDL | CUN-QRO | GDL-PXM | MEX-HMO | MTY-CUL | PBC-MTY | TIJ-CUL |
| ACA-MEX | CUN-REX | GDL-QRO | MEX-HUX | MTY-CUN | PBC-TIJ | TIJ-CUN |
| ACA-MTY | CUN-SLP | GDL-REX | MEX-LAP | MTY-CUU | PQM-MEX | TIJ-CUU |
| AGU-CUN | CUN-TAM | GDL-SJD | MEX-MID | MTY-DGO | PVR-GDL | TIJ-DGO |
| AGU-MEX | CUN-TGZ | GDL-TAM | MEX-MTT | MTY-GDL | PVR-MEX | TIJ-GDL |
| AGU-TIJ | CUN-TIJ | GDL-TGZ | MEX-MTY | MTY-HMO | PVR-MTY | TIJ-HMO |
| BJX-CUN | CUN-TRC | GDL-TIJ | MEX-MXL | MTY-HUX | PVR-TIJ | TIJ-HUX |
| BJX-MEX | CUN-VER | GDL-TLC | MEX-MZT | MTY-MEX | PXM-GDL | TIJ-LAP |
| BJX-MTY | CUN-VSA | GDL-VER | MEX-OAX | MTY-MID | PXM-MEX | TIJ-MEX |
| BJX-TIJ | CUU-CUN | GDL-VSA | MEX-PQM | MTY-MLM | QRO-CUN | TIJ-MID |
| CEN-GDL | CUU-GDL | HMO-GDL | MEX-PVR | MTY-MXL | QRO-GDL | TIJ-MLM |
| CEN-MEX | CUU-MEX | HMO-MEX | MEX-PXM | MTY-MZT | QRO-MTY | TIJ-MTY |
| CEN-MTY | CUU-MTY | HMO-MTY | MEX-REX | MTY-OAX | REX-CUN | TIJ-MZT |
| CEN-TIJ | CUU-TIJ | HMO-TIJ | MEX-SJD | MTY-PBC | REX-GDL | TIJ-OAX |
| CJS-CUN | CZM-MEX | HUX-GDL | MEX-SLP | MTY-PVR | REX-MEX | TIJ-PBC |
| CJS-GDL | DGO-MEX | HUX-MEX | MEX-TAM | MTY-QRO | SJD-GDL | TIJ-PVR |
| CJS-MEX | DGO-MTY | HUX-MTY | MEX-TAP | MTY-SJD | SJD-MEX | TIJ-SJD |
| CJS-MTY | DGO-TIJ | HUX-TIJ | MEX-TGZ | MTY-TAM | SJD-MTY | TIJ-TGZ |
| CJS-TIJ | GDL-ACA | LAP-GDL | MEX-TIJ | MTY-TGZ | SJD-TIJ | TIJ-ZCL |
| CLQ-MEX | GDL-CEN | LAP-MEX | MEX-TRC | MTY-TIJ | SLP-CUN | TLC-GDL |
| CME-MEX | GDL-CJS | LAP-TIJ | MEX-VSA | MTY-TLC | SLP-MEX | TLC-MTY |
| CTM-GDL | GDL-CTM | MEX-ACA | MEX-ZCL | MTY-VER | TAM-CUN | TRC-CUN |
| CTM-MEX | GDL-CUL | MEX-AGU | MEX-ZLO | MTY-VSA | TAM-GDL | TRC-MEX |
| CUL-GDL | GDL-CUN | MEX-BJX | MID-GDL | MXL-GDL | TAM-MEX | VER-CUN |
| CUL-MEX | GDL-CUU | MEX-CEN | MID-MEX | MXL-MEX | TAM-MTY | VER-GDL |
| CUL-MTY | GDL-HMO | MEX-CJS | MID-MTY | MXL-MTY | TAP-MEX | VER-MTY |
| CUL-TIJ | GDL-HUX | MEX-CLQ | MID-TIJ | MZT-MEX | TGZ-CUN | VSA-CUN |
| CUN-AGU | GDL-LAP | MEX-CME | MID-VSA | MZT-MTY | TGZ-GDL | VSA-GDL |
| CUN-BJX | GDL-MEX | MEX-CTM | MLM-MTY | MZT-TIJ | TGZ-MEX | VSA-MEX |
| CUN-CJS | GDL-MID | MEX-CUL | MLM-TIJ | OAX-GDL | TGZ-MTY | VSA-MID |
| CUN-CUU | GDL-MTY | MEX-CUN | MTT-MEX | OAX-MEX | TGZ-TIJ | VSA-MTY |
| CUN-GDL | GDL-MXL | MEX-CUU | MTY-ACA | OAX-MTY | TIJ-AGU | ZCL-MEX |
| CUN-MEX | GDL-OAX | MEX-CZM | MTY-BJX | OAX-TIJ | TIJ-BJX | ZCL-TIJ |
| CUN-MTY | GDL-PBC | MEX-DGO | MTY-CEN | PBC-CUN | TIJ-CEN | ZLO-MEX |
| CUN-PBC | GDL-PVR | MEX-GDL | MTY-CJS | PBC-GDL | TIJ-CJS | |