



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN

Estimación de la demanda por pasajes aéreos en rutas individuales

Seminario de título Ingeniero Comercial, Mención Economía.

Antonia Schlesinger Gurovich
Sebastián Balázs Marzullo
Profesor Andrés Gómez-Lobo Echeñique
Santiago, 2010

“La propiedad intelectual de este trabajo de investigación pertenece al profesor que dirigió este seminario”.

Resumen de Seminario de Título

Antonia Schlesinger Gurovich

Sebastián Balázs Marzullo

06/01/2010

Profesor Guía: Andrés Gómez Lobo Echeñique

Estimación de la demanda por pasajes aéreos en rutas individuales

El propósito de este estudio es hacer una evaluación de cómo las diferentes decisiones respecto al precio de los pasajes aéreos impactan su nivel de demanda. Para lograr esto, se estima la demanda de un grupo de rutas aéreas voladas por una línea aérea, para luego hacer un cálculo de sus respectivas elasticidades.

Adicionalmente, se intenta estimar, en lo posible, cómo una promoción puede afectar la demanda de una ruta y la de sus principales sustitutos.

Estimar la elasticidad de la demanda que enfrenta una aerolínea es importante para la política de precios que aplica dicha compañía. Esta información puede permitir a una aerolínea saber con mayor precisión cómo, y cuándo efectuar promociones o ventas masivas de pasajes. Cabe destacar que este estudio expone ciertas características del funcionamiento de mercado de una de las industrias más dinámicas de la economía.

Índice

| | |
|--|----|
| Introducción..... | 4 |
| Revisión de Literatura | 6 |
| Análisis crítico de los estudios anteriores | 7 |
| Nuevas incorporaciones al modelo..... | 9 |
| Modelo y Metodología | 12 |
| Desarrollo del Modelo y descripción de variables | 12 |
| Resultados Esperados | 19 |
| Método de estimación..... | 21 |
| Resultados..... | 23 |
| Estimación Método 2SLS..... | 24 |
| Temporada alta | 24 |
| Ruta S-M | 24 |
| Ruta S-N | 31 |
| Ruta S-R | 35 |
| Ruta S-C | 37 |
| Temporada Baja..... | 39 |
| Ruta S-M | 39 |
| Ruta S-N | 42 |
| Ruta S-C | 44 |
| Ruta S-R | 47 |
| Estimación Método 3SLS..... | 49 |
| Temporada Alta | 49 |
| Rutas S-N y S-M | 49 |
| Rutas S-R y S-C..... | 51 |
| Resultados con Inversión Publicitaria | 53 |
| Ruta S-M | 53 |
| Ruta S-N..... | 55 |
| Conclusión..... | 56 |
| Bibliografía..... | 59 |
| Anexo | 60 |

Introducción

La industria aérea es una de las industrias de mayor desarrollo a nivel mundial. La globalización, el creciente bienestar de los países emergentes, y la implementación de nuevas tecnologías han provocado un aumento en el número de viajes, principalmente aquellos ligados a los negocios y al turismo. Esto ha significado que el negocio aéreo ha crecido y se ha incrementado el número de vuelos domésticos, regionales e intercontinentales.

Las aerolíneas que componen esta industria compiten en varias dimensiones. En primera lugar, estas empresas compiten en precios para ganar o mantener cuotas de mercado. La fidelización de clientes, la calidad del servicio a bordo, y el itinerario ofrecido son dimensiones que cada aerolínea busca desarrollar para diferenciarse y crecer.

En esta industria, la demanda se caracteriza por ser bastante estacional, muy sensible a los ciclos económicos, así como también a cualquier tipo de catástrofe natural. El mercado en general es conocido por generar grandes volúmenes de ventas, y poseer bajos márgenes entre el precio cobrado y los costos asociados a cada pasaje. Es una industria que posee altos costos fijos, y la rentabilidad de ésta es sensible a la variabilidad del precio del petróleo.

Una de las disciplinas que ha hecho posible que aumenten los márgenes y la rentabilidad del negocio aéreo es el 'Revenue Management'. Ésta tiene sus orígenes a comienzos de los años 70` en Estados Unidos, y hoy es un área imprescindible dentro de este tipo de empresas. Las aerolíneas que emplean técnicas de Revenue Management se basan en vender el asiento correcto al cliente correcto, en el tiempo correcto y al precio correcto.

En este estudio se estimará la demanda de pasajes aéreos de cuatro rutas para la aerolínea A, siendo estas; S-C, S-M, S-N, S-R.¹ Esto significa, por ejemplo, que se estimará la demanda de la ruta S-M y se evaluará cómo los cambios en el precio inciden en la demanda, midiendo también cómo influye esto en las demandas de pasajes de las rutas sustitutas de S-M como lo son S-N, S-C y S-R.

Llevar a cabo esta metodología facilita calcular elasticidades precio y elasticidades cruzadas, siendo esta información de vital importancia para la industria. Conocer las elasticidades de cada mercado permite a una aerolínea tomar conocimiento de cuánta demanda puede generar una disminución del precio, qué tipo de campaña publicitaria debe hacerse, y cuándo se debe hacer. Este estudio busca obtener una matriz de elasticidades entre los destinos seleccionados. Con esto, se podrá hacer un análisis previo a cambios tácticos de precios, midiendo cómo esto afectará la demanda de la ruta en cuestión, y la de otras rutas.

La estructura de este trabajo se divide en cuatro secciones. En la primera sección se revisa la literatura que servirá como base para el estudio. Se resumen los trabajos previos en este tema en Chile y se discuten los avances de la presente tesis en relación a los estudios pasados. En la segunda sección se expone el modelo estructural, las variables a utilizar y la metodología a seguir. A su vez, se establecen también cuáles son los resultados esperados. En la tercera sección se muestran e interpretan los resultados. Finalmente, en la cuarta sección se entregan las conclusiones de la investigación.

¹ Por razones de confidencialidad de la información, en este documento no se identifican la aerolínea así como las rutas seleccionadas.

Revisión de Literatura

Estudios anteriores (Urzúa, 2008; Orellana, 2007), han intentado hacer estimaciones de demanda para la aerolínea A. Al mismo tiempo, se ha buscado medir el impacto de las promociones en la venta de pasajes aéreos. Sin embargo, estos resultados no han sido aún aplicados en la práctica. El fin de este nuevo estudio es poder comprender cómo se comporta la industria aérea ante variaciones en los precios, considerando variables como el precio de la competencia y el precio de otros destinos. Estos resultados pueden ser de vital importancia para el área comercial de una aerolínea.

El estudio realizado por Urzúa (2008) establece que la elasticidad precio de la demanda de un destino en particular tiene ciertos periodos del año más elásticos que otros, por lo que se recomendó efectuar promociones cuando la demanda sea más elástica, puesto que el impacto sobre las ventas sería mayor que en otras épocas del año. Además, determina un coeficiente que captura el porcentaje de semanas en que hubo inversión publicitaria y a la vez una elasticidad mayor al promedio. Este coeficiente mide que tan efectivas son las promociones, siendo éste cercano al 78%. La recomendación que hace Urzúa (2008) es llevar ese coeficiente al 100%. La aerolínea A invertía en 79 semanas del año y sólo 32 de ellas coincidían con las elasticidades más altas (elasticidad 2,5). Por esto, se considera que la inversión publicitaria podría mejorar siendo reubicada en las semanas recomendadas (las más elásticas) para así lograr aumentar la eficacia de las promociones y optimizar la inversión publicitaria. Una de las propuestas dadas en aquel estudio es que la aerolínea pase de invertir en 80 de las 100 semanas consideradas a invertir únicamente en 40 de ellas, las más elásticas, y por ende las más influenciadas por el precio. Así puede disminuir la inversión y distribuirla en las semanas que generan una mayor rentabilidad, optimizando la inversión publicitaria.

Análisis crítico de los estudios anteriores

En esta sección se presentan algunas críticas a los estudios anteriores hechos en Chile. Esta crítica no significa desconocer el aporte y calidad académica de los estudios anteriores, pero sí permite establecer algunos aspectos que se pueden mejorar y que se incorporan en el modelo estimado en la presente tesis.

En general los modelos estimados en el trabajo anterior muestran que el precio tiene un coeficiente estadísticamente no significativo en el modelo. Este resultado es preocupante ya que implicaría que el precio no tiene efecto sobre la demanda de pasajes. Sin embargo, es posible que este resultado se deba a problemas de especificación. Por ejemplo, en ese estudio el precio de los pasajes se expresaba en dólares, y no tomó en cuenta como éste varía frente a variaciones en el tipo de cambio. El modelo puede corregirse al expresar los precios en pesos en lugar de dólares americanos que es el precio relevante que enfrentan los potenciales compradores en Chile, cuyos ingresos son en pesos. Es más, como se demostrará más adelante, el modelo mejora considerablemente, así como también la significancia de los precios, cuando éstos se expresan en moneda local en lugar de dólares. Por consiguiente, se cree que este es un factor importante a considerar puesto que el tipo de cambio en Chile es lo suficientemente volátil como para afectar las decisiones de demanda frente a cambios en el precio.

Otro inconveniente fue el hecho de asumir la publicidad rezagada exógena. Sin embargo, si los términos de error de la demanda están correlacionados temporalmente (autocorrelación) ya no sería cierto que la demanda rezagada en un período sea exógena en la ecuación de demanda. En términos más precisos:

$$\begin{aligned} & \text{Si } 0 < \text{corr}(\varepsilon_t, \text{pub}_t) < 1 \\ & \text{y, } 0 < \text{corr}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+1}) < 1 \\ & \text{entonces, } 0 < \text{corr}(\text{pub}_t, \varepsilon_{t+1}) < 1 \end{aligned}$$

donde ε_t es el error de la regresión en el periodo t y pub_t la publicidad.

Otra posible crítica a los modelos estimados con anterioridad es que no toman en cuenta variables de control para ver si un aumento en la demanda de pasajes de un vuelo se debe a las promociones o simplemente porque todas las demandas (las que no tuvieron promoción incluidas), aumentaron. El trabajo actual considera incluir rutas o variables de control, de tal manera que cualquier factor externo que explique los cambios en la demanda (efectos macroeconómicos, políticas o catástrofes naturales) sea capturado por esta variable.

En ambos estudios hechos en Chile se observa que los modelos que poseían variables positivas tales como cantidad de pasajes aéreos y precios, no se muestran en logaritmo. Es usual en econometría transformar las variables reales positivas por su logaritmo antes de estimar un modelo. Esto mejora las propiedades estadísticas de los modelos ya que los errores tienden a tener un comportamiento más cercano a una distribución normal luego de esta transformación.² Por otro lado, transformar las variables a logaritmo permite ver los cambios marginales de las variables en tasas y no en niveles, lo que permite interpretar los coeficientes estimados directamente como elasticidades. Sumado a esto, las conclusiones que se presentan en los últimos trabajos sobre las elasticidades y su variación estacional pueden atribuirse en cierta medida a la forma funcional utilizada para realizar las estimaciones, que fue básicamente lineal con las variables expresadas en niveles.

Otro problema recurrente en trabajos anteriores ha sido la presencia de multicolinealidad entre las variables. Esto puede observarse cuando:

1. Pequeños cambios en la muestra producirán grandes cambios en los estimadores de los parámetros
2. Los coeficientes pueden tener grandes errores estándar (por ejemplo, valores test-t pequeños) a pesar que la significancia conjunta de todos ellos sea alta (por ejemplo ajuste por R^2).

² La distribución normal asume que la variable en cuestión puede tomar un valor de menos infinito a más infinito. Asumir esta estructura de errores en un modelo que contiene variables que sólo pueden tomar valores positivos, particularmente la variable dependiente, implica una inconsistencia en la especificación del modelo.

3. Los coeficientes muchas veces tienen el “signo incorrecto” o son de una magnitud poco plausible.³

Es importante mencionar que en primera instancia este problema no se corregirá en este trabajo, debido a que en general los problemas de multicolinealidad es un problema de los datos y difícil de solucionar.

Nuevas incorporaciones al modelo

En el estudio anterior, Urzúa (2008) sólo incluyó un sustituto de la ruta S-M que fue S-C. En este estudio incluiremos otros dos nuevos sustitutos: S-N, S-R. Esto permitirá conocer las elasticidades cruzadas entre los distintos destinos, es decir, cómo afecta el precio del pasaje aéreo de una de las rutas sobre la demanda del resto de las rutas. Para determinar los sustitutos de cada destino se buscará analizar cuáles tienen comportamientos de demanda similares. En estudios posteriores se puede realizar este ejercicio para todos los destinos que se requiera y así obtener una matriz de elasticidades cruzadas entre todos los destinos de la aerolínea A.

Por otro lado, se incluirán distintas variables de control dentro del modelo. Esto ayudará, por ejemplo, a distinguir si un aumento en la demanda de pasajes aéreos de una de las rutas escogidas fue provocado por una disminución en el precio o por un aumento general de la demanda de pasajes aéreos. Lo anterior, se podría haber dado, por ejemplo por un aumento del ingreso per cápita del país, una apreciación del tipo de cambio, etc. Estas variables de control serán explicadas en la sección de datos.

Es importante mencionar que los estudios de vanguardia que hoy buscan modelar demandas en esta industria requieren de métodos que incorporan el hecho de que la demanda está restringida a la capacidad de inventario que tiene la oferta. El principal problema que existe en este caso es que la demanda que se estima en distintos horizontes de venta puede estar truncada por la capacidad de inventario, por lo que la demanda no

³ Benavente, J. Econometría II, Notas de Clase, 2008

restringida es difícil de obtener. Reconociendo esta limitación es que se revisaron tres distintas publicaciones que hacen referencia a este problema y buscan una manera de resolverlo.

En primera instancia, es importante revisar el estado del arte en el Revenue Management, según la literatura especializada. Como sabemos, la estimación de la demanda es de vital importancia para esta área, ya que la forma en que los procesos de Revenue Management se llevan a cabo requiere de este insumo. Muchas publicaciones, entre ellas la de Garret van Ryzin (2005), señalan que el futuro del Revenue Management está ligado a la utilización de modelos de decisión y conductas del consumidor, donde la incorporación de juegos estratégicos y la inclusión de competidores en el modelo mejoran los pronóstico de demanda.

Por otro lado, Ratliff et al (2007), busca estimar la demanda no censurada mediante modelos de conducta de consumidores. El estudio reconoce ciertas limitaciones como lo es suponer que las decisiones de los consumidores son determinísticas, cuando estas son aleatorias, y brinda una serie de recomendaciones, como lo es estimar la reacción de la competencia ante cambios de oferta de una línea aérea.

Finalmente, Stefanescu (2009) propone pronosticar la demanda agregada mediante un método de multiproducto y multiperiodo. El gran desafío que se da en este artículo es reconocer cuales son los patrones de correlación entre las dimensiones de tiempo y producto. El modelo que emplea Stefanescu reconoce y captura esas correlaciones, y además hace uso de un algoritmo llamado Expectation-Maximization, el cual logra solucionar el problema de demanda censurada. Las simulaciones del estudio demuestran que las estimaciones están bien comportadas bajo distintos escenarios. Este es sin duda el método ideal para hacer una estimación de demanda, sin embargo la complejidad de su implementación hace difícil abordar en este estudio tal metodología.

A pesar de las opciones metodológicas presentadas en los estudios anteriores, por razones de tiempo, en esta tesis se optó por otra estrategia para enfrentar el problema de

censura de los datos de demanda. En lugar de estimar un modelo por vuelo, como sugiere la literatura antes mencionada, se opta por continuar con la opción metodológica tomada en estudios anteriores (Urzúa, 2008; Orellana, 2007) consistente en estimar un modelo de demanda en base a las ventas de cada semana de la aerolínea A en las rutas de interés. Al agregar las ventas de distintos vuelos dentro de una semana y para distintas anticipaciones de venta, se disminuye el problema de censura de los datos de demanda.

Modelo y Metodología

El gran negocio de una línea aérea está en poder generar grandes volúmenes de ventas, maximizando sus márgenes de utilidad en periodos de alta demanda y estimulando demanda con bajos precios y promociones agresivas en periodos de baja. Tal como se ha dicho anteriormente, este estudio busca medir el impacto que tiene un cambio en el precio sobre la venta de pasajes aéreos. Para esto, se presentará en esta sección el modelo de demanda, los resultados esperados, y la metodología a utilizar.

Desarrollo del Modelo y descripción de variables

El modelo de demanda que se presenta a continuación considera entre las variables más importantes, las tarifas de todas las rutas estudiadas, y el precio de la competencia.

El modelo estructural general de demanda es el siguiente:

$$Q_{S-i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 VC_{S-i,t} + \beta_2 PC_{S-i,t} + \sum \beta_i P_{S-i,t} + \beta_3 Q_{S-i,j,t-1} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 \text{feriado} + \beta_7 \text{temporada} + \sum_{j=1}^6 \beta_j ac_j + \varepsilon_t$$

Dentro de este modelo, se consideraron las siguientes variables:

- Anticipación de Compra de pasajeros (d_{ac})
- Cantidad de pasajeros que vuelan al destino “i”, compran en el periodo “t” y tienen una anticipación de compra j ($Q_{S-i,t,j}$)
- Variables de Control (VC_{S-i})
- Tarifa Competencia para el destino “i” (PC_{S-i})
- Tarifa Aerolínea A para cada destino “i” (P_{S-i}), $\forall i\{C, M, N, P\}$

- Cantidad de pasajeros que vuelan al destino “i” compran en el periodo “t-1” y tienen una anticipación de compra j ($Q_{S-i,t-1,j}$)
- Feriados (*feriado*)
- Temporada de alta o baja demanda (*temporada*)

Anticipación de Compra (d_{ac})

La anticipación de compra es una variable discreta que se incorpora en el modelo para medir el periodo que existe entre el momento de compra de un pasaje y el momento en que se hace uso de éste. Se definieron seis periodos distintos, por lo que esta variable puede tomar valores entre uno y seis. Éstos están descritos en la siguiente tabla:

| Valores de Dummie | Anticipación de Compra |
|-------------------|--|
| 1 | Compra y vuelo mismo día |
| 2 | Anticipación de compra entre 1 y 7 días |
| 3 | Anticipación de compra entre 8 y 14 días |
| 4 | Anticipación de compra entre 15 y 30 días |
| 5 | Anticipación de compra entre 31 días y 90 días |
| 6 | Anticipación de compra mayor a 91 días |

Esta variable se construyó utilizando la base de datos con información de la operación de la aerolínea A para los años 2006-2009. Esta base, tiene la información por cada pasajero que compra y luego vuela con la aerolínea A, por lo que la simple resta de la fecha de vuelo y de compra da la anticipación de compra de cada pasajero.

Incluir en el modelo esta variable es fundamental para ver cómo se comporta la demanda ante distintas anticipaciones de compra. En este trabajo, entre las especificaciones estimadas, se estima un modelo distinto para cada periodo de anticipación de compra. Esto facilita el cálculo de elasticidades según la anticipación de compra que cada pasajero tenga según el destino al que viaje.

Pasajeros ($Q_{S-i,j}$)

La variable dependiente del modelo estructural son aquellos pasajeros que pagaron una de las cuatro clases tarifarias más bajas entre las rutas escogidas y que son las afectadas por las distintas promociones de la empresa. Este tipo de pasajero es el más sensible a variaciones del precio. Se excluirá de este estudio a los pasajeros que recibieron el pasaje de forma liberada y a aquellos que volaron con kilómetros acumulados.

Esta variable se construyó utilizando la base de datos con información de la operación de la aerolínea A⁴ para los años 2006-2009. Es importante mencionar la cantidad de pasajeros se agrupo por semana, diferenciándolos por anticipación de compra y el destino escogido para viajar.

Como se puede apreciar en el modelo general presentado más arriba, se incluye esta variable en forma rezagada, ya que es probable que la demanda rezagada tenga efectos significativos sobre la demanda actual. Esta variable se expresa en logaritmos, lo que facilitará el cálculo de elasticidades.

Variables de Control ($VC_{S-t,t}$)

El modelo que se presenta en este estudio propone utilizar variables de control. El principal argumento para incluir este tipo de variables es que hay muchos efectos sobre la demanda de viajes que no están consideradas en las otras variables independientes incluidas en el modelo, tales como efectos macroeconómicos y otros fenómenos que afecten la demanda pero no son observables (estacionalidad, shocks específicos a la demanda, desastres naturales u otros)

Se consideraron varias variables de control alternativas, tales como:

- Variable de Control 1: Demanda total semanal de la aerolínea A (suma de todos los pasajes vendidos a cualquier destino, por semana).

⁴ Esta base de datos nos proporciona toda la información por pasajero que se puede llegar a necesitar, y está dividida por fecha de vuelo, fecha de compra, clase cabina, tarifa pagada, etc.

- Variable de control 2: Demanda semanal por pasajes de los mismos destinos escogidos pero únicamente las clases tarifarias para las cuales no existen promoción en el precio⁵.
- Variable de control 3: Demanda semanal total de la aerolínea A, la cual no considera la demanda que existe por las cuatro clases tarifarias más baratas.
- Variable de control 4: Demanda semanal total de la aerolínea A, la cual no considera la demanda por la ruta escogida.

Esta variable se construyó utilizando la base de datos con información de la operación de la aerolínea A para los años 2006-2009. Tal como se mencionó anteriormente, la base de datos contiene datos diarios por pasajero, por lo que se hizo una suma de la cantidad de pasajeros diarios que viajaron en las clases seleccionadas, con tal de que la variable quedara en semanas.

En los modelos finales presentados más abajo se retuvo la variable de control, entre las alternativas señaladas, que entregó los resultados más consistentes y robustos estadísticamente, pero privilegiando la variable de control 2 por ser la que probablemente mejor refleje los shocks no observables para cada ruta considerada.

Por último, es importante mencionar que esta variable se expresa en logaritmos.

Tarifas de la Competencia (PC_{S-i})

Las tarifas de la competencia elegidas para llevar a cabo este estudio son las cuatro clases tarifarias más baratas de cada ruta. Estas generalmente tienen el mismo tipo de regulaciones o restricciones que las equivalentes de la aerolínea A y se utilizan frecuentemente como referencia para fijar las tarifas promocionales.

⁵ Se puede concluir entonces que para un mismo O-D, la suma del grupo de tratamiento más el grupo de control 2 será el número total de pasajeros.

Las tarifas de la competencia fueron obtenidas de una base de datos del área de Pricing de la aerolínea A,, la cual tiene sus datos en forma diaria. Por su lado, la cantidad de pasajeros que transporta cada aerolínea a dicha tarifa se saca de una base de datos con información de reservas y ventas de los sistemas de distribución, la cual tiene datos semanales.

La forma en que se incorpora esta variable en el modelo es a través del precio promedio semanal pagado por los individuos que compraron en una misma semana, con la misma anticipación de compra y para volar al mismo destino.

$$\text{Precio Competencia} = \frac{P_{\alpha} \cdot \alpha + P_{\beta} \cdot \beta + P_{\gamma} \cdot \gamma}{\alpha + \beta + \gamma}$$

Donde,

P es el precio de la competencia i para cada destino y cada anticipación de compra.

α , β , γ , son la cantidad de pasajeros transportados por cada línea aérea i de la competencia para cada destino y cada anticipación de compra.

Por último, es importante mencionar que esta variable se expresa en pesos, y está deflactada por IPC. Adicionalmente se transformó esta variable a logaritmo, facilitando así el cálculo de elasticidades.

Tarifas (P_{S-i})

Las tarifas de la aerolínea A elegidas para llevar a cabo este estudio son las cuatro clases tarifarias más baratas de cada ruta. Estas generalmente tienen el mismo tipo de regulaciones o restricciones, y se utilizan frecuentemente para hacer promociones que generan una demanda incremental en la industria. Es posible establecer que el producto y servicio que se ofrece con estas tarifas es prácticamente el mismo.

La forma en que se incorpora esta variable en el modelo es a través del precio promedio semanal pagado por los individuos que compraron en una misma semana, con la misma anticipación de compra y para volar al mismo destino.

Por último, es importante mencionar que esta variable se expresa en pesos, y está deflactada por IPC. Adicionalmente se transformó esta variable a logaritmo, facilitando así el cálculo de elasticidades.

Otras variables relevantes de la demanda

Una variable determinante a la hora de comprar un pasaje (sobre todo si se trata de un viaje turístico) es el tipo de cambio peso-dólar. El dólar afecta no sólo a la tarifa de los pasajes, sino también, el costo de alojamiento, comida, transporte, etc. El hecho de que el dólar este muy depreciado hace más caro los costos de mantenerse fuera del país y por ende esta variable puede alterar las decisiones de compra de pasajes.

En los modelos estimados, el tipo de cambio generalmente no resultó ser estadísticamente significativo o, cuando lo era, no tenía el signo correcto. Es probable que esto se deba a que las variables de control estén controlando también por variaciones en el tipo de cambio, ya que esta variable afecta la demanda por viajes de todas las clases tarifarias y destinos de la aerolínea A.

Asimismo, las vacaciones y feriados representan un indicador importante de la demanda potencial de viajes turísticos. De esta manera, se incluyó una variable discreta (dummy) en el modelo que tomará valor uno si existe algún día feriado o se trata de un período de vacaciones durante la semana del viaje y cero en otro caso. Adicionalmente, se incluyó una variable discreta según si la fecha de vuelo era de temporada alta o baja. Esta

variable tomará valor uno si la semana pertenece a un periodo de alta demanda, y cero al resto de las semanas.⁶

Promociones y publicidad

En la medida que sea posible, este estudio intentará estimar como las promociones afectan la demanda por pasajes aéreos. Éstas tienen como objetivo acelerar o incrementar las ventas en un corto plazo, sobre todo en el transcurso de una temporada de baja demanda. Para llevar a cabo esto se tomará la inversión publicitaria que se realiza para anunciar promociones.

En la aerolínea A la planificación de promociones se analiza semanalmente de acuerdo a cómo sea el factor de ocupación (FO) de las rutas. Urzúa (2008) reconoce que existe un problema de endogeneidad entre las promociones y la demanda por lo que en aquel trabajo se utilizan variables instrumentales. Se establece que la proyección de F.O. es un instrumento válido ya que dicho estudio señala que tiene correlación distinta de cero con la inversión publicitaria y no tiene correlación con la demanda.

De esta manera, el modelo que incluye publicidad se expresa de la siguiente forma:

$$Q_{S-i,j,t} = \beta_0 + \beta_1 VC_{S-i,t} + \beta_2 PC_{S-i,t} + \sum \beta_i P_{S-i,t} + \beta_3 Q_{S-i,j,t-1} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 \text{feriado} + \beta_7 \text{temporada} + \beta_8 \text{Pub} + \sum_{j=1}^6 \beta_j ac_j + \varepsilon_t$$

⁶ Las semanas que componen la temporada alta se determino de acuerdo a lo señalado por la aerolínea A. Por razones de confidencialidad de la información no se pueden identificar las semanas específicas que componen dicha temporada.

Resultados Esperados

Tal como se puede apreciar en el modelo general, se incluyen las tarifas de todos los destinos y el de la competencia, de esta manera es posible medir los efectos de los precios de los potenciales sustitutos o complementos en la demanda de cada ruta.

En primera instancia se espera que la elasticidad precio de la demanda sea siempre negativa. Es probable que mientras el horizonte de tiempo entre el vuelo y la compra del pasaje aumente, la elasticidad precio de la demanda sea más elástica. Esto se debe principalmente a que a mayor anticipación los consumidores tienen mayores opciones para buscar destinos alternativos, aerolíneas alternativas o simplemente cambiar la fecha del viaje o la decisión de viajar. Además, los viajes que se compran con mayor anticipación probablemente sean por motivos menos urgentes y, por ende, más elásticos al precio en comparación con las compras de último minuto.

En referencia a las elasticidades cruzadas a estimar se puede inferir que si efectivamente existe un alto grado de sustitución entre los destinos considerados se esperaría una elasticidad precio-cruzada positiva. Mientras más alto el grado de sustitución, mayor será la magnitud del coeficiente. Esto significa que al subir el precio de un destino los consumidores tenderán a modificar su viaje por otro con características similares. En caso que el coeficiente estimado no sea significativo, o que presente signo negativo, se podría atribuir al bajo o nulo nivel de sustitución entre los destinos seleccionados. Bajo este escenario sería recomendable repetir el análisis para comprobar si los destinos elegidos son realmente buenos sustitutos.

Otro resultado de interés que es importante mencionar es el de la elasticidad precio de la competencia. Un aspecto que incide sobre el efecto de la competencia en la estimación de la demanda es la homogeneidad de los productos ofrecidos por las diferentes empresas de la industria. En el caso de la industria aérea, el producto se diferencia entre otras cosas, por el servicio a bordo y el itinerario. Mientras más difiera el producto de las diferentes empresas en estos dos aspectos, la elasticidad precio-cruzada tenderá a ser menor

debido a que existirá un menor grado de sustitución. Cuánto restringe la competencia las tarifas de la aerolínea A es un asunto empírico que se pretende evaluar en esta tesis. En definitiva, el valor de la elasticidad precio cruzada dependerá del grado de diferenciación de los productos de la aerolínea A y la de sus competidores.

Finalmente, dadas las características del mercado y los comportamientos de los consumidores de viajes turísticos se espera que el coeficiente de esta variable sea positivo y de alta magnitud cuando se trata de demanda por destinos turísticos. Por el contrario, el efecto sobre la demanda por destinos más frecuentados por pasajeros que viajan con fines laborales, en caso de ser significativo, probablemente sea menor o incluso negativo.

Método de estimación

Los estudios de Urzúa (2008) y Orellana (2007) utilizan el método de Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para estimar la función de demanda. Esto se debe a que existe un problema de endogeneidad entre variables.

Las tarifas de los pasajes aéreos y la cantidad demandada por esos pasajes se determinan simultáneamente. Esto significa que los precios no son exógenos a la cantidad demandada y la estimación de la demanda se dificulta debido a que no es posible establecer si los cambios en los precios y cantidad demandada se deben a movimientos de la oferta y/o la demanda. Para corregir esto es necesario estimar la demanda únicamente por movimientos en la oferta que irán dándole forma a la ecuación de demanda. Dado que movimientos de la oferta se deben en gran parte a cambios en los costos, éstos últimos son un buen instrumento de los precios para incluir en el modelo⁷.

El método de mínimos cuadrados en dos etapas entrega estimadores consistentes e insesgados al estimar cada ecuación individualmente, pero no hace uso de toda la información disponible que podría llegar a tener un sistema de ecuaciones de demanda. Es interesante medir si existe alguna correlación entre los errores de las ecuaciones de demanda por los distintos destinos. De existir, la eficiencia de la estimación puede mejorar si las ecuaciones se estiman simultáneamente tomando en cuenta esta correlación entre los errores. El método que permite estimar las ecuaciones simultáneamente es el método de Mínimos Cuadrados en 3 etapas (MC3E).

El método MC3E (o 3SLS en sus siglas en Inglés) es la contraparte sistémica del 2SLS y consiste en utilizar los resultados de la estimación ecuación-por-ecuación del 2SLS para estimar la matriz de covarianza de los errores de cada ecuación y enseguida utilizar esta matriz para re-estimar el sistema como un todo utilizando Mínimos Cuadrados Generalizados. La realización de este método consiste en los siguientes pasos:

⁷ En la sección de Anexo se encuentra qué tipo de costos se utilizan para instrumentalizar el precio.

1. *Calcular el estimador 2SLS para las ecuaciones identificadas en forma individual.*
2. *Usar los resultados anteriores para estimar los errores de las ecuaciones estructurales y luego utilizar estos errores para estimar la matriz de varianza-covarianza de todos los errores de cada ecuación estructural. La matriz de varianza-covarianza representa la correlación de los errores entre ecuaciones (cruzados) del sistema. La matriz de varianza-covarianza se calcula a partir de los errores estimados para cada ecuación en forma separada utilizando las formulas de cálculo estándar.*
3. *Re-estimar las ecuaciones utilizando la matriz de varianza- covarianza estimadas en la etapa anterior. Esta tercera etapa se realiza utilizando la estimación por mínimos cuadrados generalizados factibles⁸.*

La estimación por 3SLS producirá estimadores más eficientes de los parámetros del modelo estructural pues emplea información sobre los errores cruzados entre ecuaciones del sistema.

Se pretende en primera instancia utilizar la estimación en dos etapas, y luego estimar, en forma exploratoria, el modelo como un sistema.

⁸ Benavente, J. Econometría II, Notas de Clase, 2008

Resultados

A continuación se presentan los principales resultados del estudio. En primera instancia se mostraran los resultados utilizando el método de estimación de mínimos cuadrados en dos etapas. Luego, se mostraran los resultados obtenidos cuando se utiliza el método de estimación de mínimos cuadrados en tres etapas. Las estimaciones efectuadas están separadas según la estacionalidad de la demanda y el destino analizado. Adicionalmente, se estiman regresiones para cada anticipación de compra, y se estudia si cada modelo debiese tener ciertas variables como lo son el precio de la competencia, el precio de otras rutas, y la demanda rezagada.⁹

En todo momento se ha decidido no incluir la variable tipo de cambio debido a que la información que aporta a la estimación del modelo no es coherente cuando se miran los coeficientes de elasticidades. Por otro lado, se asume que esta información está recogida por los precios debido a que estos están en pesos y no en dólares.

⁹ Para todos los resultados se encontrarán referencias sobre la significancia de los coeficientes del modelo.

Estos serán siempre marcados por:

* significativo al 5%;

** significativo al 1%.

Estimación Método 2SLS

Temporada alta

Ruta S-M

Modelo sin precios de destinos sustitutos

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 VC_{S-M} + \beta_2 PC_{S-M} + \beta_3 P_{S-M} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 1.1

| pasajeros S-M | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-M | -1.949 | (2.55)* |
| variable control 2 S-M | 0.648 | (22.33)** |
| precio competencia S-M | 0.759 | (2.50)* |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.722 | (3.72)** |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.172 | (6.12)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.664 | (8.90)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.018 | (11.95)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 1.413 | (8.99)** |
| t | 0.015 | (2.88)** |
| t ² | -0.000 | (0.32) |
| Constant | 12.211 | (1.33) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 479 |
| R-squared | 0.65 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variabes instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

En la tabla 1.1 se observa que el precio es significativo con una elasticidad de - 1.95. El modelo muestra que la variable de control, (que en este modelo son los pasajeros de S-M de las clases tarifarias para las cuales no existen promoción en el precio), es

significativa a un nivel de 99%. Lo que indica que esta variable recoge información que es relevante para la estimación de la demanda. La información que puede capturar la variable de control puede ser entre otros; factores macroeconómicos o idiosincráticos que afectan la demanda en dicha ruta.

En temporada alta, la elasticidad precio de la competencia es positivo y significativo, sin embargo esta elasticidad es menor a la elasticidad precio de la aerolínea A, lo que podría significar que existe alguna diferenciación entre el producto y servicio que ofrece la aerolínea A y el resto de los competidores. El hecho de que esta elasticidad sea positiva, significa que productos son sustitutos y que existe un escenario competitivo en el mercado.

Cabe notar que a medida que aumenta la anticipación de compra, la demanda aumenta, excepto cuando se tiene una anticipación mayor a tres meses. Esto hace sentido, ya que son escasos los pasajeros que planean sus viajes con tal anticipación.

Si este mismo modelo se condiciona a las distintas anticipaciones de compra que tienen los pasajeros se podrá observar cómo cambia la elasticidad precio dado cada nivel de anticipación.

Tabla 1.2

| | Anticipación de compra mayor a una semana | | Anticipación de compra mayor a dos semanas | | Anticipación de compra mayor a un mes | | Anticipación de compra mayor a tres meses | |
|------------------------|---|-----------|--|-----------|---------------------------------------|-----------|---|-----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| pasajeros S-M | | | | | | | | |
| precio S-M | -1.972 | (2.08)* | -3.170 | (2.50)* | -3.983 | (2.66)* | -3.788 | (2.05)* |
| variable control 2 S-M | 0.700 | (24.23)** | 0.731 | (22.19)** | 0.735 | (19.13)** | 0.725 | (12.86)** |
| precio competencia S-M | 0.793 | (2.23)* | 1.112 | (2.53)* | 1.367 | (2.46)* | 1.243 | (1.74) |
| t | 0.021 | (2.94)** | 0.031 | (3.25)** | 0.041 | (3.35)** | 0.046 | (2.86)** |
| t ² | -0.000 | (0.97) | -0.000 | (1.76) | -0.000 | (2.11) | -0.000 | (1.98)* |
| Constant | 13.094 | (1.20) | 23.093 | (1.68) | 29.397 | (1.87) | 28.152 | (1.43) |

| | | | | |
|-------------|------|------|------|------|
| Observation | 384 | 335 | 271 | 155 |
| R-squared | 0,60 | 0,57 | 0,52 | 0,42 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

A partir de la tabla anterior se puede observar que la elasticidad precio es siempre negativa y significativa. Mientras aumenta la anticipación de compra, la elasticidad aumenta. Esto quiere decir que existe una mayor sensibilidad al precio cuando el horizonte de tiempo entre el momento de compra y vuelo es mayor. Este resultado indica que se podría inferir que una baja en los precios causaría un efecto mayor sobre la demanda si éste se hace con la debida anticipación.

La elasticidad del precio de la competencia es siempre positiva y significativa, excepto cuando la anticipación de compra es mayor a tres meses. Esta elasticidad aumenta a medida que el horizonte de tiempo entre la compra y vuelo se hace mayor. Esto podría dar indicios que la competencia se hace menos relevante a medida que se acerca el momento del viaje.

Modelo con precios de destinos sustitutos

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 VC2_{S-M} + \beta_2 PC_{S-M} + \beta_3 P_{S-M} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} \\ + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \beta_{11} P_{S-C} + \beta_{12} P_{S-N} + \beta_{13} P_{S-R} + \varepsilon$$

Al agregar el precio de los destinos sustitutos el modelo no muestra resultados significativos para el precio de la ruta S-M, ni para los destinos sustitutos.

Tabla 2.1

| pasajeros S-M | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-M | -2.914 | (1.40) |
| variable control 2 S-M | 0.763 | (11.61)** |
| precio competencia S-M | 2.602 | (3.83)** |
| precio S-R | -0.332 | (0.71) |
| precio S-N | 0.391 | (0.60) |
| precio S-C | 0.069 | (0.24) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.815 | (1.11) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.523 | (2.09)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 2.062 | (2.91)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.481 | (3.54)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.141 | (3.00)** |
| t | 0.019 | (1.52) |
| t ² | -0.000 | (0.34) |
| Constant | -1.109 | (0.11) |

| | |
|-------------|------|
| Observation | 127 |
| R-squared | 0,68 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M
 Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

Modelo con demanda rezagada, sin precios de destinos sustitutos

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 VC2_{S-M} + \beta_2 PC_{S-M} + \beta_3 P_{S-M} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \beta_{11} Q_{S-M,t-1} + \varepsilon$$

Tabla 3.1

| pasajeros S-M | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-M | -0.975 | (1.69) |
| variable control 2 S-M | 0.468 | (16.56)** |
| pasajeros S-M, t-1 | 0.308 | (10.98)** |
| precio competencia S-M | 0.881 | (3.47)** |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.540 | (3.15)** |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 0.770 | (4.47)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.244 | (7.44)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.415 | (8.84)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 0.978 | (6.78)** |
| t | 0.011 | (2.64)** |
| t ² | -0.000 | (0.72) |
| Constant | -0.451 | (0.07) |

| | |
|-------------|------|
| Observation | 426 |
| R-squared | 0,77 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

Al momento de estimar el modelo incluyendo la demanda rezagada, se puede apreciar que la elasticidad precio es significativa sólo al 10%. Se observa que a medida que aumenta la anticipación de compra, aumenta la cantidad de pasajeros.

Ahora bien, si se estima el modelo por cada anticipación de compra se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3.2

| pasajeros S-M | anticipación de compra mayor a 2 semanas | | anticipación de compra mayor a un mes | | anticipación de compra mayor a tres meses | |
|------------------------|--|-----------|---------------------------------------|-----------|---|----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| precio S-M | -1.841 | (1.98)* | -2.700 | (2.34)* | -3.293 | (2.02)* |
| variable control 2 S-M | 0.512 | (15.93)** | 0.491 | (12.42)** | 0.563 | (8.65)** |
| pasajeros S-M, t-1 | 0.337 | (10.30)** | 0.396 | (9.54)** | 0.292 | (4.13)** |
| precio competencia S-M | 1.118 | (3.29)** | 1.278 | (3.04)** | 1.209 | (1.91) |
| t | 0.011 | (2.64)** | 0.031 | (3.12)** | 0.040 | (2.73)** |
| t ² | -0.000 | (1.86) | -0.000 | (2.32)* | -0.000 | (2.00)* |
| Constant | 7.426 | (0.76) | 15.439 | (1.31) | 22.852 | (1.31) |

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| Observation | 314 | 259 | 150 |
| R-squared | 0,76 | 0,74 | 0,55 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

Se puede observar en las tabla 3.2 que las elasticidades precio son siempre negativas y significativas si se restringe el modelo a distintos niveles de anticipación de compra. Además, la variable de control, la elasticidad del precio de la competencia, y la demanda rezagada son positivas y significativas, excepto cuando la anticipación es mayor a tres meses, donde el precio de la competencia es significativo al 10%. Esto vuelve a reiterarse en comparación al modelo que no incluye demanda rezagada, lo que podría significar que los pasajeros no consideran el precio de la competencia si la anticipación a la fecha de vuelo es mayor a tres meses.

Es importante mencionar que el hecho de incluir las demandas rezagadas, permite distinguir la diferencia entre la elasticidad precio de corto y largo plazo, siendo la de largo plazo siempre mayor a la de corto plazo. En los casos donde se restringe la demanda para anticipaciones de compra mayores a un mes y tres meses, la elasticidad de largo plazo es prácticamente la misma (-4.5), donde ésta es calculada como:

$$\eta_{LP} = \frac{\eta_{CP}}{1 - \beta_{Q,t-1}}$$

donde η_{LP} es la elasticidad de largo plazo y η_{CP} la de corto plazo.

Si se comparan las elasticidades calculadas de largo plazo con las que se obtienen del modelo sin rezagos de demanda se puede observar que estos difieren (Tabla 3.3).

Tabla 3.3

| | Modelo sin diferenciar por anticipación de compra | Anticipación de compra mayor a 2 semanas | Anticipación de compra mayor a un mes | Anticipación de compra mayor a tres meses |
|--|---|--|---------------------------------------|---|
| η_{LP} Modelo con demanda rezagada | -1,41 | -2,78 | -4,47 | -4,65 |
| η_{CP} Modelo sin demanda rezagada | -1,949 | -3,17 | -3,98 | -3,78 |

Modelo con demanda rezagada, con precios de destinos sustitutos

Este modelo tiene las mismas complicaciones que se presentan cuando el modelo no incluye la demanda rezagada. Estas elasticidades estimadas son no significativas. Como se mencionó anteriormente si se estima el modelo para ruta S-M incluyendo solo uno de los destinos sustitutos, y restringiendo el modelo para cada anticipación de compra, la elasticidad precio sigue arrojando resultados no significativos.

Ruta S-N

Modelo con precio competencia, precios de destinos sustitutos, sin demanda rezagada

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-N} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-N} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 4.1

| pasajeros S-N | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-N | -2.662 | (2.04)* |
| variable control 1 | 0.372 | (11.40)** |
| precio competencia S-N | 1.543 | (2.25)* |
| precio S-R | -0.205 | (0.49) |
| precio S-M | 1.399 | (1.79) |
| precio S-C | -0.097 | (0.34) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 1.655 | (2.05)* |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 2.043 | (2.61)* |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 2.802 | (3.61)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.739 | (3.61)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.756 | (3.44)** |
| Constant | -1.834 | (0.32) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 127 |
| R-squared | 0.69 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-N

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-N, costo variable de tráfico S-N

En la tabla 4.1 se observa que la elasticidad precio es negativa y significativa. Se puede ver que la variable de control es significativa a un nivel de 99% tal como ha ocurrido en otros modelos. Además, el precio de la competencia es positivo y significativo. Esto

sugiere que existe competencia en este mercado, siendo la elasticidad de la aerolínea A mayor a la elasticidad de la competencia.

Cabe notar que a medida que aumenta la anticipación de compra, la demanda aumenta. Por otro lado, se puede observar que no existe una elasticidad precio cruzada significativa con las rutas S-C y S-R, pero sí con la ruta S-M al 10% de significancia.

Si este mismo modelo se condiciona a las distintas anticipaciones de compra que tienen los pasajeros se podrá observar cómo cambia la elasticidad precio dado cada nivel de anticipación.

Tabla 4.2

| pasajeros S-N | anticipación de compra mayor a una semana | | anticipación de compra mayor a dos semanas | | anticipación de compra mayor a un mes | |
|------------------------|---|-----------|--|-----------|---------------------------------------|-----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| precio S-N | -4.304 | (3.03)** | -3.150 | (2.57)* | -3.174 | (2.30)* |
| variable de control 1 | 0.414 | (13.06)** | 0.427 | (15.51)** | 0.421 | (15.10)** |
| precio S-R | 0.395 | (1.86) | 0.297 | (1.55) | 0.381 | (1.83) |
| precio S-M | 1.782 | (2.71)** | 1.427 | (2.64)** | 1.176 | (2.36)* |
| precio competencia S-N | 2.549 | (3.20)** | 1.986 | (2.51)* | 2.302 | (2.13)* |
| Constant | -5.076 | (0.91) | -6.905 | (1.35) | -8.416 | (1.48) |

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| Observation | 198 | 173 | 134 |
| R-squared | 0,55 | 0,68 | 0,73 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-N

Variabes instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-N

La tabla 4.2 muestra que la elasticidad precio es siempre negativa y significativa. Además, Mientras aumenta la anticipación de compra, la elasticidad precio disminuye. Esto podría indicar que este mercado puede estimularse con ofertas de último minuto.

La elasticidad del precio de la competencia es siempre positiva y significativa. A diferencia de lo que se pudo ver en el mercado S-M, la elasticidad precio cruzada entre S-N y S-M es positiva y significativa, lo que significa que existe un grado de sustitución entre

éstos destinos. Esto quiere decir que los pasajeros que viajan la ruta S-N también toman en cuenta viajar a S-M.

Modelo con precio competencia, precios de destinos sustitutos, con demanda rezagada

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-N} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-N} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 P_{S-M} + \beta_5 P_{S-C} + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \beta_{11} Q_{S-N,t-1} + \varepsilon$$

Tabla 4.3

| pasajeros S-N | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-N | -2.273 | (1.77) |
| pasajeros S-N, t-1 | 0.140 | (2.14)* |
| variable de control 1 | 0.317 | (8.35)** |
| precio S-R | -0.163 | (0.39) |
| precio S-M | 1.244 | (1.70) |
| precio competencia S-N | 1.550 | (2.42)* |
| precio S-C | -0.161 | (0.52) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 1.460 | (1.84) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.680 | (2.15)* |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 2.384 | (3.02)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.251 | (2.92)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.233 | (2.72)** |
| Constant | -4.077 | (0.75) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 123 |
| R-squared | 0.73 |

| |
|---|
| Variable endógena instrumentada: Precio S-N |
| Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-N |

En la tabla 4.3 se observa que el precio es significativo al 10% con una elasticidad de -2.273. Se puede ver que la variable de control es significativa a un nivel de 99%. Además, el precio de la competencia es positivo y significativo. A su vez, se puede apreciar que a medida que aumenta la anticipación de compra entre 1 día y 1 mes la demanda aumenta, para luego mantenerse constante entre un mes y 1 año. Al igual que el modelo sin demanda rezagada, no existe una elasticidad precio cruzada significativa si no se condiciona el modelo a distintos niveles de anticipación de compra.

Tabla 4.4

| | Anticipación de compra mayor a una semana | | Anticipación de compra mayor a dos semanas | | Anticipación de compra mayor a un mes | |
|------------------------|---|----------|--|-----------|---------------------------------------|----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| pasajeros S-N | | | | | | |
| precio S-N | -3.858 | (2.75)** | -2.829 | (2.38)* | -1.902 | (1.56) |
| pasajeros S-N, t-1 | 0.191 | (3.19)** | 0.197 | (3.62)** | 0.305 | (4.98)** |
| variable de control 1 | 0.331 | (9.35)** | 0.340 | (10.57)** | 0.297 | (9.41)** |
| precio S-R | 0.250 | (1.15) | 0.162 | (0.83) | 0.088 | (0.47) |
| precio S-M | 1.532 | (2.37)* | 1.213 | (2.32)* | 0.675 | (1.54) |
| precio competencia S-N | 2.591 | (3.47)** | 2.069 | (2.79)** | 1.815 | (1.99)* |
| Constant | -6.121 | (1.16) | -7.495 | (1.57) | -8.326 | (1.79) |

| | | | |
|-------------|------|------|------|
| Observation | 194 | 171 | 134 |
| R-squared | 0,62 | 0,72 | 0,82 |

| |
|---|
| Variable endógena instrumentada: Precio S-N |
| Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-N, costo variable de tráfico S-N |

A partir de la tabla 4.4 se puede observar que la elasticidad precio es negativa y significativa cuando existe una anticipación al periodo de vuelo menor a un mes.

Al igual que el modelo sin demanda rezagada mientras aumenta la anticipación de compra la elasticidad precio disminuye. La elasticidad del precio de la competencia es siempre positiva y significativa, mientras que sólo la elasticidad precio cruzada de S-M es positiva y significativa para anticipaciones de compra mayores a una semana. Esta elasticidad dejar de ser significativa cuando la anticipación de compra es mayor a un mes.

Ruta S-R

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-R} = \beta_0 + \beta_1 VC2_{S-R} + \beta_2 PC_{S-R} + \beta_3 P_{S-M} + \beta_4 P_{S-C} + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \beta_{10} feriado + \varepsilon$$

Tabla 5.1

| pasajeros S-R | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-R | -2.940 | (2.36)* |
| variable de control 1 | 0.532 | (5.52)** |
| precio competencia S-R | -4.099 | (3.17)** |
| precio S-M | 1.012 | (1.39) |
| precio S-C | 0.505 | (1.19) |
| Feriado | 0.102 | (0.45) |
| t | 0.075 | (5.52)** |
| t ² | -0.000 | (4.89)** |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.851 | (0.74) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.393 | (1.23) |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.537 | (1.38) |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.150 | (1.98) |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 0.952 | (0.87) |
| Constant | 62.983 | (3.32)** |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 130 |
| R-squared | 0.48 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-R

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-R, costo variable de tráfico S-R, costo fijo de flota S-R, costo fijo de vuelo S-R

La tabla 5.1 muestra que la elasticidad precio de la demanda por la ruta S-R es de -2.94. Este modelo indica que la elasticidad precio de la competencia es negativa y significativa, lo que no es consistente con lo esperado. Se puede observar que no existe una elasticidad precio significativa entre la ruta S-R y C y M.

Cabe destacar que no es posible estimar un modelo diferenciado por anticipación de compra debido a que la información que se tiene para cada uno de estas agrupaciones es muy pequeña ya que sólo hay 130 observaciones para todas las agrupaciones. Adicionalmente, no fue posible encontrar resultados interesantes al incluir la demanda rezagada dentro del modelo.

Ruta S-C

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-C} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-C} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 d_{ac2} + \beta_5 d_{ac3} + \beta_6 d_{ac4} + \beta_7 d_{ac5} + \beta_8 d_{ac6} + \beta_9 t + \beta_{10} t^2 + \varepsilon$$

Los resultados del modelo son los siguientes:

Tabla 6.1

| pasajeros S-C | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-C | -3.531 | (2.00)* |
| variable control 1 | 0.188 | (2.88)** |
| precio competencia S-C | 3.476 | (2.33)* |
| precio S-R | 1.592 | (1.24) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.000 | (.) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 0.476 | (0.99) |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 0.448 | (0.97) |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 0.085 | (0.19) |
| anticipación de compra mayor a 91 días | -0.265 | (0.45) |
| t | 0.073 | (3.17)** |
| t ² | -0.000 | (3.12)** |
| Constant | -21.290 | (1.79) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 96 |
| R-squared | 0.24 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-R

VARIABLES INSTRUMENTALES: Costo variables de vuelo S-R, costo variable de tráfico S-R, costo fijo de flota S-R, precio rezagado S-R

La tabla 6.1 muestra que la elasticidad precio de la demanda por la ruta S-C es de -3.531. La elasticidad precio de la competencia es positivo y significativo, siendo ésta elasticidad muy parecida a la de la aerolínea A. Esto podría sugerir que existe un gran nivel

de competencia en este mercado. Por otro lado se puede ver que no es significativa la elasticidad precio entre la ruta S-C y S-R.

Sin embargo, tanto en la ruta S-C como en S-R, la base de datos es relativamente pequeña, por lo que los resultados en estos dos casos deben interpretarse con cautela.

Temporada Baja

Ruta S-M

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 VC_{2S-M} + \beta_2 PC_{S-M} + \beta_3 P_{S-N} + \beta_4 t + \beta_5 t^2 + \beta_6 d_{ac2} + \beta_7 d_{ac3} + \beta_8 d_{ac4} + \beta_9 d_{ac5} + \beta_{10} d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 7.1

| pasajeros S-M | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-M | -0.559 | (2.25)* |
| variable control 2 S-M | 0.646 | (10.45)** |
| precio competencia S-M | 0.488 | (4.56)** |
| t | 0.030 | (12.64)** |
| t ² | -0.000 | (10.58)** |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.861 | (7.04)** |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.428 | (14.93)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 2.110 | (20.20)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.909 | (25.05)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 1.908 | (15.42)** |
| Constant | -1.522 | (0.46) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 622 |
| R-squared | 0.85 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variabes instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

En la tabla 7.1 podemos observar el modelo estima un coeficiente del precio negativo, significativo e inelástico. Por otro lado, la variable de control y el precio de la competencia son positivos y significativos, siendo esta elasticidad muy similar a la de la aerolínea A. Además se puede ver que a medida que aumenta la anticipación de compra aumenta también la demanda, excepto para una anticipación de más de 3 meses donde la demanda cae.

Ahora, en la tabla 7.2 se construye el mismo modelo para distintos niveles de anticipación de compra.

Esta vez el coeficiente del precio es significativo únicamente para las tres primeras divisiones de anticipación de compra. Esto puede ser explicado debido al reducido número de observaciones que se presentan para anticipaciones más prolongadas.

Tabla 7.2

| | Anticipación de compra mayor a un día | | Anticipación de compra mayor a una semana | | Anticipación de compra mayor a dos semanas | |
|------------------------|---------------------------------------|----------|---|-----------|--|-----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| pasajeros S-M | | | | | | |
| precio S-M | -0.940 | (2.17)* | -0.859 | (2.17)* | -1.043 | (2.22)* |
| variable control 2 S-M | 0.439 | (6.67)** | 0.845 | (12.97)** | 0.852 | (15.09)** |
| precio competencia S-M | 0.264 | (1.40) | 0.320 | (1.60) | 0.541 | (2.49)* |
| t | 0.032 | (7.89)** | 0.032 | (8.10)** | 0.030 | (7.43)** |
| t ² | -0.000 | (6.43)** | -0.000 | (5.68)** | -0.000 | (4.83)** |
| Constant | 8.532 | (1.50) | 4914 | (0.90) | 4881 | (0.77) |

| | | | |
|--------------|------|------|------|
| Observations | 491 | 357 | 222 |
| R-squared | 0.30 | 0.52 | 0.68 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-M

Variabes instrumentales: Costo variables de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M

También se puede apreciar que la elasticidad precio demanda aumenta a medida que aumenta la anticipación de compra, cabe destacar que para anticipaciones mayores a un mes el modelo deja de dar resultados significativos. Se puede observar que la demanda deja de ser inelástica cuando existe una anticipación mayor a dos semanas. Esto puede ocurrir debido a que los pasajeros son capaces de planificar con mayor tiempo su viaje y por ende también decidir si viajar o no, dónde, cuándo, etc.

A su vez, la variable de control es siempre positiva y significativa. Por último, cabe destacar que el precio de la competencia es significativo únicamente para una anticipación de compra mayor a dos semanas.

Un punto interesante a destacar es que para baja temporada, al incluir la demanda rezagada en el modelo, la elasticidad precio demanda deja de ser significativa. Por consiguiente, sólo se utilizará el modelo propuesto en la tabla 7.2.

Ruta S-N

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-N} = \beta_0 + \beta_1 VC_{S-N} + \beta_2 PC_{S-N} + \beta_3 t + \beta_4 t^2 + \varepsilon$$

Éste se restringirá para cada anticipación de compra como muestra la Tabla 8.1:

Tabla 8.1

| | Anticipación mayor a un día | | Anticipación mayor a una semana | | Anticipación mayor a dos semanas | | Anticipación mayor a un mes | |
|------------------------|-----------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------|-----------|
| | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat | β | t-stat |
| pasajeros S-N | | | | | | | | |
| precio S-N | -1.871 | (1.91) | -2.001 | (2.50)* | -2.488 | (2.79)** | -3.231 | (2.37)* |
| variable control 2 S-N | 0.564 | (10.52)** | 0.803 | (16.23)** | 0.863 | (18.76)** | 0.973 | (17.40)** |
| precio competencia S-N | 1.436 | (2.16)* | 1.372 | (2.53)* | 1.364 | (2.41)* | 1.726 | (1.97) |
| t | 0.034 | (5.63)** | 0.036 | (6.54)** | 0.037 | (5.98)** | 0.031 | (3.57)** |
| t ² | -0.000 | (4.66)** | -0.000 | (5.23)** | -0.000 | (4.53)** | -0.000 | (2.13)* |
| Constant | 4.693 | (0.76) | 6.230 | (1.05) | 12.275 | (1.65) | 16.900 | (1.39) |

| | | | | |
|--------------|------|------|------|------|
| Observations | 508 | 374 | 240 | 116 |
| R-squared | 0.39 | 0.59 | 0.72 | 0.82 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-N

Variables instrumentales: Costo variables de vuelo S-N, costo variable de tráfico S-N, costo fijo de flota S-N.

En este caso, no se muestra lo que ocurre con una anticipación mayor a tres meses porque no hay suficientes datos para lograr una estimación coherente.

Como se puede observar en la tabla 8.1, la elasticidad precio demanda es negativa y significativa (en el caso de anticipación de compra mayor a un día, esta es significativa al 10%). Asimismo, el coeficiente de la variable de control y el coeficiente del precio de la competencia es positivo y significativo. La elasticidad precio de la competencia es siempre

menor a la de la aerolínea A. Esto quiere decir que los pasajeros son más sensibles a bajas en los precios de la aerolínea A que los de la competencia.

También se aprecia que a medida que aumenta la anticipación de compra, la elasticidad precio-demanda aumenta. Esto quiere decir que los efectos en los precios son mayores mientras mayor sea el periodo entre la fecha de venta y de vuelo.

Es importante mencionar que, al incluir la demanda rezagada en el modelo, el coeficiente del precio de S-N no logra ser significativo.

Ruta S-C

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-C} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-C} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 D_0 \text{feriado} + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 9.1

| pasajeros S-C | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-C | -1.163 | (2.84)** |
| precio competencia S-C | -1.237 | (2.97)** |
| variable control 1 | 0.928 | (9.72)** |
| precio S-R | 0.376 | (1.27) |
| Feriado | 0.030 | (0.22) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.000 | (.) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.086 | (5.12)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.245 | (6.48)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.098 | (9.62)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.928 | (6.15)** |
| Constant | 16.368 | (2.67)** |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 201 |
| R-squared | 0.43 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-C

Variables instrumentales: Precio rezagado S-C, precio competencia rezagado S-C

Como se puede ver en la tabla 9.1 el coeficiente del precio de la ruta en estudio es negativo y significativo. Además el coeficiente de la variable de control es positivo y significativo. Por otro lado, el precio de la ruta sustituta S-R es positivo pero no significativo. Se puede apreciar también que a medida que aumenta la anticipación de compra también crece la demanda de pasajeros de la ruta S-C.

Algo no esperado en esta regresión es el hecho de que el coeficiente del precio de la competencia es negativo y significativo. Esto indica que hay un grado de complementariedad entre el precio de la competencia y el precio de la aerolínea A.

En el modelo que se presenta a continuación, se incluye la demanda rezagada de la ruta S-C:

$$Q_{S-C} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-C} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 D_{0feriado} + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \beta_{10} Q_{S-C,t-1} + \varepsilon$$

Tabla 9.2

| pasajeros S-C | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-C | -0.966 | (2.44)* |
| pasajeros S-C, t-1 | 0.155 | (2.78)** |
| precio competencia S-C | -1.159 | (2.84)** |
| variable control 1 | 0.881 | (9.34)** |
| precio S-R | 0.189 | (0.65) |
| Feriado | 0.025 | (0.19) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.000 | (.) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.028 | (4.94)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.180 | (6.24)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.930 | (8.73)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.740 | (5.85)** |
| Constant | 15.523 | (2.60)* |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 201 |
| R-squared | 0.46 |

| |
|---|
| Variable endógena instrumentada: Precio S-C |
| Variabes instrumentales: Precio rezagado S-C, precio competencia rezagado S-C |

En la tabla 9.2 se encuentran los resultados del modelo de la ruta S-C con demanda rezagada. Se observa que la elasticidad precio de la demanda es negativa y significativa. Es importante destacar que la elasticidad calculada en este modelo indica que no es recomendable bajar el precio debido a que esta ruta enfrenta una demanda de elasticidad unitaria en corto plazo. Sin embargo, la elasticidad de largo plazo es -1,14.

A su vez la variable de control y la demanda rezagada son positivas y significativas. Esta vez el precio de la ruta sustituta no logra ser significativa. Por su parte, el coeficiente del precio de la competencia sigue siendo negativo y significativo, y también se mantiene el resultado en que la demanda aumenta a medida que aumenta la anticipación de compra.

Ruta S-R

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-R} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-R} + \beta_3 t + \beta_4 t^2 + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \varepsilon$$

Los resultados de la regresión anterior son los siguientes:

Tabla 10.1

| pasajeros S-R | β | t-stat |
|--|---------|-----------|
| precio S-R | -0.891 | (1.69) |
| variable de control 1 | 0.936 | (11.24)** |
| precio competencia S-R | -0.003 | (0.01) |
| t | 0.015 | (3.02)** |
| t ² | -0.000 | (4.24)** |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | -0.433 | (1.54) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 0.733 | (3.04)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.331 | (5.31)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 2.038 | (7.94)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 2.782 | (10.25)** |
| Constant | 2.850 | (0.43) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 503 |
| R-squared | 0.51 |

Variable endógena instrumentada: Precio S-R

VARIABLES INSTRUMENTALES: Costo variable de vuelo S-R, costo variable de tráfico S-R, costo fijo de flota S-R, costo total S-R.

Como se puede apreciar en la Tabla 10.1 el coeficiente de la elasticidad precio de la ruta S-R es negativo y significativo al 10%. Además la variable de control es positiva y significativa. El coeficiente del precio de la competencia por su parte no es significativo en este modelo. Por último se observa que a medida que aumenta la anticipación de compra la demanda por pasajes de esta ruta también aumenta.

Al incluir la demanda rezagada en el modelo anterior, el precio no logra dar significativo.

Estimación Método 3SLS

A continuación se presentan los resultados de las estimaciones con mínimos cuadrados en 3 etapas. Se presentarán resultados únicamente para temporada alta, puesto que para temporada baja los resultados no eran significativos.

Se encuentra en primer lugar un modelo para la estimación conjunta de las rutas S-M y S-N y luego la de S-C con S-R.

Temporada Alta

Rutas S-N y S-M

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 VC2_{S-M} + \beta_2 PC_{S-M} + \beta_3 P_{S-N} + \beta_4 d_{ac2} + \beta_5 d_{ac3} + \beta_6 d_{ac4} + \beta_7 d_{ac5} \\ + \beta_8 d_{ac6} + \beta_9 P_{S-M} + \beta_{10} Q_{S-M,t-1} + \beta_{11} t + \beta_{12} t^2 + \varepsilon_1$$
$$Q_{S-N} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-N} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 d_{ac2} + \beta_5 d_{ac3} + \beta_6 d_{ac4} + \beta_7 d_{ac5} \\ + \beta_8 d_{ac6} + \beta_9 P_{S-N} + \beta_{10} Q_{S-N,t-1} + \beta_{11} t + \varepsilon_2$$

Para este modelo, las ecuaciones de demanda de las rutas S-M y S-N son determinadas simultáneamente. Las variables endógenas del modelo son Q_{S-M} , Q_{S-N} , P_{S-M} y P_{S-N}

Todas las otras variables son consideradas exógenas al modelo. En este caso se presenta por lo tanto, un modelo sobre-identificado, lo que significa que hay un mayor número de variables exógenas que endógenas.

Los resultados de este modelo se presentan a continuación:

tabla 11.1

| Pasajeros | β_{S-N} | t-stat | β_{S-M} | t-stat |
|--|---------------|-----------|---------------|-----------|
| pasajeros S-N,t-1 | 0.199 | (5.00)** | - | - |
| variable control 1 | 0.363 | (14.73)** | - | - |
| precio competencia S-N | -0.049 | (0.10) | - | - |
| precio S-N | 1.267 | (1.33) | 1.463 | (1.84) |
| precio S-M | -1.436 | (1.69) | -1.903 | (2.41)* |
| pasajeros S-M, t-1 | - | - | 0.263 | (8.37)** |
| variable control 2 S-M | - | - | 0.501 | (14.75)** |
| precio competencia S-M | - | - | 1.029 | (3.61)** |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.630 | (2.69)** | 0.557 | (2.60)** |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.165 | (5.03)** | 0.903 | (4.30)** |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.639 | (7.21)** | 1.408 | (6.97)** |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.849 | (8.54)** | 1.681 | (8.73)** |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 1.521 | (7.59)** | 1.197 | (6.68)** |
| t | 0.006 | (3.50)** | 0.009 | (2.35)* |
| t ² | - | - | -0.000 | (0.42) |
| Constant | -0.286 | (0.05) | -8.970 | (1.58) |

| | | |
|--------------|------|------|
| Observations | 376 | 376 |
| R-squared | 0.71 | 0.71 |

VARIABLES ENDÓGENAS INSTRUMENTADAS: Precio S-M, precio S-N

VARIABLES INSTRUMENTALES: Costo variable de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M, costo fijo de flota S-M, costo fijo de vuelo S-M, costo fijo de vuelo S-N, costo fijo de flota S-N, costo variable de vuelo S-N, costo fijo de tráfico S-N, costo variable de vuelo S-N.

En la tabla 11.1 se puede apreciar que el coeficiente de la elasticidad precio para la ruta S-N no es significativo, pero para S-C es negativo y significativo al 10%. Además el coeficiente de las variables de control para ambas ecuaciones son positivas y significativas, al igual que la elasticidad precio cruzada de la ruta S-M, donde su sustituto es S-N. En cambio la elasticidad precio cruzada de S-N que es S-M es negativa y significativa al 10%.

También se puede ver que el precio de la competencia para S-N no es significativo pero sí lo es para S-M. Asimismo a medida que aumenta la anticipación de compra aumenta la cantidad de pasajes demandados, excepto para una anticipación mayor o igual a 3 meses.

Rutas S-R y S-C

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-R} = \beta_0 + \beta_1 VC2_{S-R} + \beta_2 PC_{S-R} + \beta_3 P_{S-C} + \beta_4 P_{S-R} + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \beta_{10} t + \beta_{11} t^2 + \varepsilon_2$$

$$Q_{S-C} = \beta_0 + \beta_1 VC1 + \beta_2 PC_{S-C} + \beta_3 P_{S-R} + \beta_4 d_{ac2} + \beta_5 d_{ac3} + \beta_6 d_{ac4} + \beta_7 d_{ac5} + \beta_8 d_{ac6} + \beta_9 t + \beta_{10} t^2 + \beta_{11} P_{S-C} + \varepsilon_2$$

Para este modelo, las ecuaciones de demanda de las rutas S-R y S-C son determinadas simultáneamente. Las variables endógenas del modelo son Q_{S-C} , Q_{S-R} , P_{S-C} y P_{S-R} .

Todas las otras variables son consideradas exógenas al modelo. En este caso, como en el de las rutas S-M y S-N se presenta también un modelo sobre-identificado.

Los resultados de este modelo son los siguientes:

tabla 11.2

| Pasajeros | β_{S-C} | t-stat | β_{S-R} | t-stat |
|--|---------------|----------|---------------|----------|
| variable control 1 | 0.209 | (4.18)** | - | - |
| precio competencia S-C | 1.336 | (1.66) | - | - |
| precio S-C | 0.437 | (0.45) | 2.236 | (2.18)* |
| precio S-R | -2.062 | (1.43) | -3.471 | (2.42)* |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.961 | (0.83) | 0.796 | (0.67) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 1.271 | (1.12) | 1.329 | (1.14) |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.692 | (1.52) | 1.223 | (1.06) |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.480 | (1.37) | 1.874 | (1.67) |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 1.237 | (1.13) | 0.582 | (0.52) |
| t | 0.051 | (3.68)** | 0.065 | (5.00)** |
| t ² | -0.000 | (3.40)** | -0.000 | (3.94)** |
| variable control 2 S-R | - | - | 0.430 | (4.63)** |
| precio competencia S-R | - | - | -2.662 | (2.33)* |
| Constant | -0.187 | (0.02) | 45.296 | (2.67)** |

| | | |
|--------------|------|------|
| Observations | 130 | 130 |
| R-squared | 0,34 | 0,36 |

Variables endógenas instrumentadas: Precio S-C, precio S-R
Variables instrumentales: Costo variable de vuelo S-C, costo variable de tráfico S-C, costo fijo de flota S-C, costo fijo de vuelo S-R , costo fijo de vuelo S-R, costo fijo de flota S-R, costo variable de vuelo S-R, costo variable de tráfico S-R.

Se puede observar en la tabla 11.2 que el coeficiente de elasticidad de la ruta S-C no es significativo pero sí lo es para la ruta S-R donde éste es negativo con una elasticidad de -3,471. Las variables de control son positivas y significativas. Además el coeficiente del precio de la competencia para S-C es significativo al 10% y para S-R el coeficiente es negativo y significativo no esperado. Por otro lado, los coeficientes de los precios de las rutas sustitutas (S-R para la ruta S-C y S-C para la ruta S-R) son significativos para S-R pero no para S-C. Esto quiere decir que S-C es sustituto de S-R pero no viceversa. Para la ruta S-R, se puede ver que la elasticidad precio cruzada es menor que la elasticidad precio de la misma ruta, lo cual quiere decir que los pasajeros son más sensibles a cambios en el precio de la misma ruta que al del precio del sustituto.

En general, se logra apreciar que a medida que aumenta la anticipación de compra aumenta la cantidad de pasajeros. Sin embargo esto no ocurre cuando existe una anticipación de compra de 3 meses.

Es importante mencionar que la estimación de MC3E de la ruta S-R debe ser interpretada con cautela pues las observaciones disponibles son únicamente 130.

Resultados con Inversión Publicitaria

Como se mencionó en la sección de datos, por un problema en el registro de base de datos del área de Marketing de la aerolínea A, sólo es posible ver el impacto de la publicidad para el año 2009. Además sólo se podrá ver el impacto de la inversión publicitaria para las rutas S-M y S-N ya que para las rutas S-C y S-R la cantidad de datos hace imposible la estimación de un modelo. Sin embargo, el modelo estimado para S-M y S-N es sólo una aproximación para lo que se podría obtener al momento de registrar una mayor cantidad de datos, ya que para este caso hay sólo 74 observaciones para la ruta S-M y 113 para S-N.

Los resultados que se apreciarán a continuación son obtenidos a través de mínimos cuadrados en dos etapas. Esta vez las variables endógenas son los precios y la inversión publicitaria de las respectivas rutas.

Ruta S-M

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-M} = \beta_0 + \beta_1 P_{S-M} + \beta_2 Pub_{S-M} + \beta_3 Q_{S-M,t-1} + \beta_4 VC2_{S-M} + \beta_5 P_{S-N} + \beta_6 PC_{S-M} \\ + \beta_7 d_{ac2} + \beta_8 d_{ac3} + \beta_9 d_{ac4} + \beta_{10} d_{ac5} + \beta_{11} d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 13.1

| pasajeros S-M | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-M | -3.170 | (1.93) |
| monto inversión S-M | 1.052 | (2.63)* |
| pasajeros S-M, t-1 | 0.519 | (3.33)** |
| variable control 2 S-M | 0.855 | (3.92)** |
| precio S-N | 1.904 | (3.17)** |
| precio competencia S-M | -1.002 | (1.11) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | -0.131 | (0.23) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 0.909 | (1.64) |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.055 | (1.53) |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.097 | (1.39) |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 0.000 | (.) |
| Constant | 19.757 | (0.97) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 74 |
| R-squared | 0.90 |

Variables endógenas: Precio S-M, monto inversión S-M

Variables exógenas: Costo variable de vuelo S-M, costo variable de tráfico S-M, costo fijo de flota S-M, costo fijo de tráfico S-M, costo fijo de vuelo S-M, factor de ocupación S-M.

En la tabla 13.1 se puede observar en primer lugar que el coeficiente del precio de la ruta es negativo y significativo al 10%, el coeficiente estimado resulta ser más elástico que lo esperado, puesto que el coeficiente obtenido representa una elasticidad de corto plazo (-3,17) mientras que la elasticidad de largo plazo es -6,6 lo que a primera instancia no parece coherente. En segundo lugar el coeficiente del logaritmo natural de la inversión publicitaria es positivo y significativo (1,052). También se puede apreciar que la demanda rezagada, la variable de control y el precio de la ruta sustituta S-N son positivos y significativos. El precio de la competencia no es significativo, mientras que los coeficientes de las variables binarias de anticipación de compra no son significativos a su vez.

Ruta S-N

Para esta ruta el modelo es el que sigue:

$$Q_{S-N} = \beta_0 + \beta_1 P_{S-N} + \beta_2 Pub_{S-N} + \beta_3 Q_{S-N,t-1} + \beta_4 P_{S-N} + \beta_5 d_{ac2} + \beta_6 d_{ac3} + \beta_7 d_{ac4} + \beta_8 d_{ac5} + \beta_9 d_{ac6} + \varepsilon$$

Tabla 13.2

| pasajeros S-N | β | t-stat |
|--|---------|----------|
| precio S-N | -3.132 | (1.55) |
| monto inversión S-N | 0.777 | (1.78) |
| pasajeros S-N , t-1 | 0.573 | (2.97)** |
| precio S-M | 0.521 | (0.97) |
| anticipación de compra entre 1 día y 7 días | 0.457 | (0.85) |
| anticipación de compra entre 8 días y 14 días | 0.631 | (1.02) |
| anticipación de compra entre 15 días y 30 días | 1.050 | (1.30) |
| anticipación de compra entre 31 días y 90 días | 1.119 | (1.11) |
| anticipación de compra mayor a 91 días | 1.296 | (1.54) |
| Constant | 27.573 | (1.23) |

| | |
|--------------|------|
| Observations | 113 |
| R-squared | 0.78 |

Variables endógenas: Precio S-N, monto inversión S-N

Variables exógenas: Costo variable de vuelo S-N, costo fijo de flota S-N, factor de ocupación S-N.

Finalmente, en la tabla 13.2, la elasticidad precio es negativo y significativo al 15%, donde el coeficiente -3,132 representa la elasticidad de corto plazo y resulta ser más elástico de lo esperado, pues la elasticidad de largo plazo es -7,3 lo que no parece ser coherente. El coeficiente del logaritmo del monto de inversión publicitaria para la ruta S-N es positivo y significativo al 10%. La demanda rezagada es positiva y significativa, el precio de la ruta sustituta S-M no es significativo y las dummies de anticipación de compra no son significativas.

Conclusión

El propósito de este estudio ha sido evaluar cómo un cambio en el precio incide en la demanda de pasajes aéreos para distintos destinos. Los modelos de demanda que se han utilizado han expuesto cómo la elasticidad precio demanda y elasticidades cruzadas cambian según el comportamiento de los pasajeros (donde se evaluó cada modelo según la anticipación de compra) y estacionalidad (temporada alta y baja). Como se ha podido observar, los modelos de demanda para cada destino escogido difieren, lo que significa que estos mercados tienen diferentes comportamientos de demanda.

Ha sido interesante observar que las elasticidades precio demanda entre temporadas difieren. En temporada alta la elasticidad es mayor que en temporada baja. Una posible explicación para tal resultado es que la elasticidad estimada para cada temporada se calcula en base a distintos puntos de la curva de demanda. En temporada baja, la cantidad de pasajeros que viaja es mucho menor, por lo que se bajan los precios con tal de generar una demanda incremental. Esta baja de precios no debiese bajar más allá del punto en que la demanda se vuelve inelástica. Por otro lado, en temporada alta los precios son significativamente más altos, y la aerolínea debería subir sus tarifas hasta que su demanda sea elástica.

Si nos referimos específicamente a los resultados, es interesante observar cómo en temporada alta las rutas S-M y S-N tienen, en valor absoluto, una elasticidad precio mayor que la elasticidad precio de la competencia. Esto sugiere que los productos y servicios entre la aerolínea A y la competencia se diferencian. En temporada baja la diferencia entre estas elasticidades es menor, lo que significa que aumenta el grado de competitividad. Para el mercado S-M, en comparación con la ruta S-N, se puede observar que el coeficiente del precio de la competencia es más elástico lo que significa que la aerolínea A tiene una posición más dominante en el mercado de S-M que en S-N. Un resultado no esperado fue el que se obtuvo para la ruta S-N en temporada alta cuando se restringió el modelo para las

distintas anticipaciones de compra. La demanda se hace más elástica a medida que la fecha de compra se acerca a la fecha vuelo. Adicionalmente, S-M es un destino sustituto para este mercado, pero no viceversa.

En temporada alta, para la ruta S-C los pasajeros son muy sensibles ante variaciones en los precios, tanto de la aerolínea A como el de la competencia. En comparación con el resto de los mercados, éste es el más competitivo, debido a que las elasticidades precio, y precio competencia son prácticamente las mismas. Se sugiere que la aerolínea A diferencie su producto y servicio armando promociones que incluyan un servicio terrestre (hoteles, arriendo de automóviles, etc.). Esto podría agregar más valor y lograr productos más heterogéneos. Los resultados para la ruta S-R no son suficiente robustos como para hacer algún tipo de conclusión categórica sobre el comportamiento de los pasajeros y el cálculo de las elasticidades.

En cuanto a las estimaciones de mínimos cuadrados en 3 etapas, los resultados no fueron los esperados de acuerdo a la teoría económica. Por lo mismo, las conclusiones que se pueden obtener deben ser tomadas como un primer avance en el tema. Al igual que en las estimaciones realizadas en mínimos cuadrados en 3 etapas, los resultados obtenidos para estimaciones con publicidad son netamente exploratorios y no concluyentes. En todo caso, se puede observar que los resultados van en una dirección correcta.

Existen varias recomendaciones para avanzar en este tópico más allá de esta tesis.

Un problema que no fue abordado en este estudio fue el tema de oferta restringida. En la industria aérea se presentan restricciones de oferta lo que puede afectar los estudios de demanda, puesto que un aumento en la cantidad de posibles pasajeros que quisieran viajar, a veces no es reflejado en los datos por un tema de capacidad de oferta. Esto podría provocar que las elasticidades de demanda estén subestimadas Si se pudiese simular una oferta que no tenga restricciones de capacidad se observarían los aumentos o disminuciones reales de la demanda. Esto hace posible estimar una demanda no censurada por la oferta, lo cual entregaría elasticidades precio demanda más precisa.

Otro posible avance para estudios futuros sería especificar y estudiar un modelo que incorpore juegos estratégicos entre la aerolínea A y sus competidores. Este modelo podría capturar el comportamiento de todos los competidores del mercado midiendo cambios en las cuotas de mercado asociados a variaciones en precios (ya sea por cambios generales en toda la industria o específicos de una aerolínea). Esto permitiría ajustar el pronóstico de demanda a un mayor nivel de precisión y tomando en cuenta la posible reacción de los competidores ante un cambio unilateral del precio de la aerolínea A.

Por otro lado, en el futuro, el desarrollo de estudios que analicen el efecto de las promociones puede ser abordado mediante el desarrollo sistemático de una base de datos adecuada para la estimación. Esta tesis estuvo limitada por la dificultad de generar la base de datos, asunto que podría superarse con la creación de una base más sistemática en la empresa, que contenga información de ventas, vuelos, precios, variables de control, entre otras. Por otro lado, también es posible obtener información del comportamiento de la demanda mediante la realización de experimentos controlados. Esta alternativa debería evaluarse a futuro como una forma de obtener información más detallada y precisa de los comportamientos de la demanda.

Bibliografía

1. Stefanescu C., 2009, *Multivariate Demand: Modeling and Estimation from Censored Sale*, London Business School, London, United Kingdom.
2. Urzúa C., 2008, *Modelos Econométricos de Demanda Aérea para la Optimización de la Inversión Publicitaria*, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas. Santiago, Chile.
3. Benavente, J., 2008, *Notas de Clase Econometría II*, Departamento Economía, Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
4. Orellana, S., 2007, *Estimación del efecto de la publicidad de tarifas promocionales en la demanda de un destino turístico de una línea aérea*. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas.
5. Ratliff, R., Rao B., Narayan, C., Yellepedi, K., 2007, *A multi flightrecapture heuristic for estimating unconstrained demand from airline bookings*, Texas, USA.
6. Gujarati, D., 2006, *Econometría*, Cuarta Edición, Editorial McGraw Hill.
7. van Ryzin, G., 2005, *Models of Demand*, Journal of Revenue and Pricing Management, Vol. 4 No. 2. New York, USA.
8. Talluri, K., van Ryzin, G., 2004, *Revenue Management Under a General Discrete Choice Model of Consumer Behavior*, Management Science Vol. 50 No. 1.
9. McGill, J., van Ryzin, G., 1999, *Revenue Management: Research Overview and Prospects*, Transportation Science Vol. 33, No. 2, May 1999.

Anexo

Costos

Los costos que se tomarán en cuenta son tanto variables como fijos. Estos fueron obtenidos del departamento de Control de Gestión de la aerolínea A. Estos son costos totales mensuales que se dividieron por el número de pasajeros que volaron cada mes. Los costos utilizados son:

- Costos variables de tráfico: incluyen los sistemas de distribución, handling (salón VIP, seguridad, etc.), servicio a bordo y gastos de tráfico (como seguros de despegue).
- Costos variables de vuelo: son gastos en combustible, tasas aeronáuticas, tripulación a mando, tripulación de cabina, mantenimiento y arriendo de aviones. En este punto cabe notar que aproximadamente el 40% de los costos corresponde a gastos en petróleo. Dada la variabilidad del precio del crudo, es un elemento fundamental al analizar el efecto de las fluctuaciones del precio del pasaje sobre la demanda de vuelos.
- Costos fijos de flota: comprenden costos de flota y seguros de recepción y devolución.
- Costos fijos de tráfico: incluyen sistemas comerciales, handling, servicio a bordo, y costos de kilómetros acumulados.
- Costos fijos de vuelo: son gastos de tripulación a mando, tripulación cabina y dutyfree, grupo handling, mantenimiento y operaciones (de vuelo y seguros).

Si consideramos el coeficiente de cada tipo de costo por separado, se podría esperar que los costos fijos entreguen valores no significativos, dado que en el corto plazo, los precios deberían depender de los costos marginales.