



GRADO EN ECONOMÍA

2018/2019

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTUDIO DE DUOPOLIO APLICADO AL MERCADO
AERONAUTICO.**

**STUDY OF A DUOPOLY APPLIED TO AERONAUTICAL
MARKET.**

AUTOR: ALEJANDRO FABIAN ALBAN MATUTE

TUTOR: SORAYA HIDALGO GALLEGO

Viernes, 20 de septiembre de 2019

INDICE

1. Resumen	3
2. Abstrac	3
3. Introducción	4
4. La colusión, ¿una situación positiva o negativa?	5
5. Revisión de la literatura	7
6. Modelo	15
6.1. Supuestos.....	15
6.2. Desarrollo del modelo simétrico (Versión Homogénea)	16
6.2.1. Sin Colusión.	17
6.2.2. Colusión por parte de un aeropuerto y su aerolínea.	20
6.2.3. Colusión por parte de los dos aeropuertos con sus correspondientes aerolíneas.	23
6.2.4. Conclusiones sobre el modelo	25
7. Discusión del modelo	27
8. Conclusiones	28
9. Anexos	30
10. Bibliografía	44

INDICE DE CUADROS, ILUSTRACIONES Y TABLAS

Cuadro 1. Revisión de la literatura.	11
Ilustración 1. Modelo de Hotelling.....	15
Tabla 1. Resultados para B, D, A ₁ y A ₂	20
Tabla 2. Resultados para C ₁ , D y A ₂	22
Tabla 3. Resultados para C ₂ , B y A ₁	23
Tabla 4. Resultados para C ₂ y C ₁	25

1. Resumen

Durante los últimos años el sector aeronáutico europeo ha experimenta un gran crecimiento provocado por la creación del mercado único europeo y la apertura de fronteras que tantas facilidades han otorgado a sus ciudadanos para poder desplazarse dentro de la Unión Europea. No obstante, al haber aumentado tanto el tráfico de aeropuertos, no solo a nivel europeo, si no mundial, un tema que ha adquirido una gran importancia ha sido la gestión tanto del mercado de aeropuertos como del de aerolíneas que operan en estos. Este trabajo se centra en dicha cuestión, realizando un estudio para valorar cuando la colusión de un duopolio que se lleva a cabo entre dos aeropuertos y las aerolíneas que operan en estos es conveniente para todas las partes y cuando no, replicando para ello el modelo de Barbot (2009) que concluye que lo mejor para estos aeropuertos sería que ninguno coluda con su respectiva aerolínea. También se elabora una modificación del modelo para estudiar los efectos en el mercado de aerolíneas con la existencia de colusión entre un aeropuerto y una aerolínea líder coexistiendo con otra aerolínea seguidora, en donde el precio que debe pagar dicha seguidora al aeropuerto para poder operar adquiere una gran importancia. La revisión de la literatura arroja grandes conclusiones sobre este tema: argumentos a favor y en contra de los comportamientos colusorios, tendencia global a realizar este tipo de prácticas debido a la globalización, además de la gran importancia de la correcta elaboración de estos acuerdos para no alterar la competencia.

2. Abstrac

The last few years the European aeronautics sector has experienced a great growth caused by the creation of the common market and the opening of borders that have been allowed to the citizens be able to move within the European Union. However, as airport traffic has increased so much, without only at European level, global too, an issue which has been of great importance has been the management of both the airport market and the airlines which operating in them. To try to respond this, it carried out a study to assess when the collusion in a duopoly that takes place between two airports and the airlines operating there is suitable for all parts and when not, replicating the Barbot's model (2009) which conclude that the best thing for these airports would be that none collude with their respective airline. Also it is developed a modification of the model to study the effects on the airline market with the existence of collusion between an airport and a leading carrier that coexist with another follower airline, where the price which is paid to the airport from the follower airline takes a great importance. The review of literature give greats conclusions on this topic: finding arguments for and against for collusion behaviours, a global trend of such practices due to globalization, in addition to a great importance to the agreements to not alter competition.

3. Introducción

Según la RAE (2019), se puede definir al duopolio como una “*Situación de mercado en que la oferta de un producto o el ejercicio de una actividad se reparte entre dos empresas.*” esta situación genera a priori unos beneficios superiores para ambas empresas que si el mercado en el que interactúan se encontrase en una situación de competencia perfecta (Gibbons,1993), no obstante, ¿Es cierto que un duopolio es igual de beneficioso para las dos empresas? Para tratar de dar respuesta a esta cuestión, este trabajo de fin de grado se centrará en el estudio de una situación de duopolio en el mercado aeronáutico entre dos aeropuertos, observando para ello que sucede si una aerolínea colude con su correspondiente aeropuerto mientras que otro aeropuerto y su aerolínea no coluden, o que sucede si ambos aeropuertos coluden con sus respectivas aerolíneas o si ninguna de ellas lo hacen. Para ello, se ha replicado el modelo simétrico propuesto por Barbot (2009) que bajo ciertos supuestos permitirá analizar cuando beneficia a las empresas coludir y cuando no, además se ha elaborado una modificación del modelo para estudiar un caso particular en el mercado de aerolíneas.

Este análisis como se acaba de comentar se llevará a cabo bajo el estudio del mercado aeronáutico, concretamente del estudio de la situación de los aeropuertos y de las aerolíneas que operan en estos. Este sector ha crecido de una forma muy positiva durante estos últimos veinte años, sobre todo en Europa después de la apertura de fronteras como consecuencia de la creación de un mercado único, pasando de facturar unos 164.389.355 pasajeros anuales en 2004 a facturar 263.206.424 pasajeros anuales en 2018 (AENA, 2019).

Para analizar esta situación, este trabajo comenzará explicando en que consiste la colusión entre dos o más empresas y cuáles pueden ser los beneficios y perjuicios atribuibles a dicha alianza apoyándose en el ejemplo que explican Albers et al. (2005) además se expondrán los tipos de colusión que pueden existir entre aeropuertos y aerolíneas según Barbot (2011), seguidamente se realizará una revisión de la literatura sobre aquellos artículos y trabajos académicos que han tratado y discutido este tema, posteriormente se llevará a cabo la réplica del modelo simétrico de Barbot (2009) explicando primeramente los supuestos de dicho modelo, para posteriormente poder llevar a cabo el desarrollo en cada caso (ninguna aerolínea colude con su respectivo aeropuerto, solo un aeropuerto y una aerolínea coluden y ambas aerolíneas coluden con sus respectivos aeropuertos), terminando este apartado con una explicación de los principales resultados y pasando posteriormente a realizar una breve discusión de dicho modelo en la que se abordará un caso aislado de este modelo, cuyo objetivo será analizar cómo afecta en el mercado de aerolíneas de un solo aeropuerto la introducción de un modelo de duopolio de Stackelberg donde la variable de decisión de las aerolíneas serán los precios, además se comparará con los resultados de un modelo de competencia de Bertrand entre dos aerolíneas de un mismo aeropuerto, finalmente se terminará exponiendo las conclusiones que se han extraído a lo largo de la elaboración de este trabajo tanto de la revisión de la literatura como del modelo estudiado y elaborado.

4. La colusión, ¿una situación positiva o negativa?

Este trabajo de fin de grado se centra en el estudio de un aspecto fundamental en el ámbito empresarial como es la estructura del mercado y la importancia de la competencia en este, llevando esto a analizar cómo afecta a los beneficios una situación en la que dos aeropuertos compiten en igualdad de condiciones en un mercado de duopolio, pero pudiendo existir colusión entre los aeropuertos y la aerolínea que opera en cada uno de estos, modelando esto con la réplica del modelo homogéneo de Barbot (2009).

Según Rittenberg y Tregarthen (2011), cualquier sector o industria puede maximizar sus beneficios si las empresas que intervienen en estos consiguen ponerse de acuerdo en los precios y las cantidades que sacarán al mercado para poder así compartir los beneficios, es decir, se ponen de acuerdo para coludir.

Una forma de llevar a cabo estas alianzas sería a través de la unión formal o contractual entre dos o más empresas las cuales se encuentra en etapas distintas del proceso de producción y/o distribución de un producto o servicio, es decir, a través de una colusión vertical (Principles of economics, 2011, p .480), que suele llevar a la creación de una nueva compañía donde todas las normas, actuaciones y demás decisiones están centralizadas (Tumaev, 2010), todo esto sin olvidar la importancia de la unión entre dos o más empresas que proporcionan un mismo bien o servicio (Principles of economics, 2011, p .481), es decir, de las fusiones horizontales que especialmente en el mercado de las aerolíneas “... *ha supuesto unas grandes ganancias en términos de beneficios y productividad.*” (p.844), tal y como afirma Tae H. Oum et al. (2004).

La forma más simple de coludir se encuentra en la colusión abierta donde las empresas fijan abiertamente precio, volumen de producción y demás decisiones con el objetivo de conseguir unos beneficios equiparables a los de un monopolio, sin embargo, este tipo de colusión suele estar regulada por organismos que las consideran como ilegales, por ello, la alternativa a este acuerdo sería una colusión tácita, es decir, un acuerdo no escrito por el que las empresas acuerdan limitar su competencia, restringiendo la misma a terceros, pudiendo llevar esto a la formación de cárteles (Principles of economics, 2011, p .481).

Visto esto, una gran cuestión que surge en este ámbito ha sido preguntarse cuál sería la gestión óptima de la competencia entre aeropuertos y a su vez entre las aerolíneas que operan en ellos, tal y como se verá en el apartado 5.

Un ejemplo que lleva a contrastar argumentos a favor y en contra de la colusión se puede ver en Albers et al. (2005) donde exponen un ejemplo de alianza aeropuerto-aerolínea basada en la capacidad como es el de la aerolínea Lufthansa y el aeropuerto de Múnich en 2003. Esta fue la primera vez que una aerolínea financiaba parte de la construcción de un aeropuerto en Alemania, haciendo que los beneficios de dicha alianza para la aerolínea se basaran en tener un trato preferencial con ciertas ventajas a la hora de competir, como puede ser el uso de las mejores terminales, vetar la entrada de nuevos competidores, ... en cambio, los beneficios que recibía el aeropuerto se asentaban en la disminución de sus riegos y costes de construcción.

No obstante, no todo son beneficios ya que uno de los principales problemas que acarreó esta alianza procedía de la concesión de derechos y privilegios que el aeropuerto otorgó a la aerolínea, llevando al aeropuerto a depender fuertemente de esta aerolínea, permitiéndola tomar decisiones puramente egoístas en favor de su propio beneficio, aunque eso significase poner en peligro la estabilidad económica del aeropuerto.

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

Por último, se van a señalar cuales son los tipos de colusión que existen, para ello se utilizará la clasificación elaborada por Barbot (2011) en cual la autora desarrolla un modelo para analizar tres tipos de alianza entre aeropuertos y aerolíneas y poder ver así, que tipos de acuerdos favorecen o desfavorecen a los consumidores y a los competidores en términos de bienestar.

Para elaborar esta clasificación, la autora lleva a cabo un modelo líder-seguidoras de Stackelberg en donde las empresas compiten en cantidades, llegando a proponer tres posibles escenarios:

1. *Fusión vertical*: Aeropuerto y la aerolínea líder fijan el precio que debería pagar dicha aerolínea al aeropuerto por el uso de sus instalaciones, llevando a que el precio que pagan el resto de las empresas seguidoras sea mayor. Barbot encuentra esto como un comportamiento que afecta a la competencia ya que supondría la formación de una nueva empresa entre aeropuerto y aerolínea líder que buscaría maximizar su beneficio, dejando en segundo plano el bienestar del resto de empresas, aun así, si la función de demanda es lineal, esto llevaría a una situación en la que se incrementa el excedente del consumidor y el bienestar total. Por otra parte, a modo de mejora, la autora recomienda revisar el alcance de la discriminación de precios para las empresas seguidoras.
2. *Mercado ascendente de aerolíneas*: En este caso, una aerolínea o conjunto de estas, alquilan y operan en una terminal propiedad de un aeropuerto, haciendo que parte de los servicios que ofrece la terminal los proporcionen estas aerolíneas. Al igual que en el caso anterior, la autora se encuentra con un comportamiento que altera la competencia y además si la función de demanda vuelve a ser lineal, supondrá una disminución del excedente de los consumidores, no obstante, esto se podría contrarrestar si las aerolíneas explotasen de una forma más eficaz las instalaciones de la terminal, es decir, la autora afirma que estos acuerdos solo deberían estar permitidos bajo condiciones que permitan lograr a las aerolíneas un alto nivel de eficiencia.
3. *Discriminación de precios*: Como señala Barbot (2011), este es el tipo de acuerdo más usado en EE. UU., por el cual una aerolínea se compromete a pagar unos costes variables de las instalaciones y puede que unos costes fijos al aeropuerto, a cambio de un reparto de ingresos por concesión (explotación comercial). En este caso, la empresa líder no puede controlar al completo toda la instalación, además si la función de demanda vuelve a ser lineal, supondrá un aumento del excedente del consumidor y por tanto del bienestar total. Por otra parte, si los ingresos de concesión no son suficientes para cubrir estos costes, las aerolíneas carecerían de interés de llevar a cabo este tipo de alianza, a no ser que tengan unos intereses más allá de los económicos, por ejemplo, en el caso de una empresa pública.

En la conclusión de este trabajo, Barbot destaca que el bienestar y el correcto funcionamiento de la competencia en una situación de colusión vertical depende en gran medida de las cláusulas y las condiciones que se fijen en dichas alianzas

5. Revisión de la literatura

Para que la réplica del modelo de Barbot (2009) adquiera mayor sentido, se hace fundamental realizar un repaso sobre aquellos artículos académicos que tratan la relación vertical entre aeropuertos y las aerolíneas que operan en ellos.

Antes de pasar a analizar la alianza entre aeropuertos y aerolíneas, sería lógico plantearse una cuestión referente a la relación entre aeropuertos y a la existencia o no de la competencia entre estos, para ello Wiltshire (2018) a través del uso de ciertos indicadores numéricos pone en cuestión que todos los aeropuertos principales sean más competitivos que los secundarios. A través de un análisis empírico, constata que por lo general durante los últimos años los aeropuertos secundarios han sido capaces de crecer y poder competir contra los aeropuertos principales, todo esto respaldado por la tendencia que han tenido sobre todo las aerolíneas de bajo coste a abrir rutas entre aeropuertos principales y aeropuertos secundarios.

Si se busca en la literatura información sobre alianzas entre aeropuertos y aerolíneas, un trabajo interesante a nombrar sería el realizado por Albers et al. (2005), donde los autores intentan encontrar y justificar las motivaciones para dichas alianzas como podrían ser unos posibles beneficios mayores que si actuaran de forma individual, la posibilidad de entrar en nuevos mercados o la disminución de riesgos, todo esto derivado de la ventaja competitiva que supondría la colusión entre aeropuertos y aerolíneas frente aquellos que no coluden.

Estos autores clasifican las alianzas en tres grupos, las alianzas basadas en la *capacidad*, que parecen ser las más efectivas al consistir simplemente en resolver problemas operativos entre aeropuertos y aerolíneas, pero que suele requerir cierta remodelación a largo plazo de los acuerdos, relaciones e incluso reformas de las instalaciones. El segundo tipo de alianzas serían aquellas basadas en el *marketing*, que no tiene otra motivación que la de mejorar la imagen que captan los consumidores del aeropuerto y la aerolínea, sin embargo, los efectos de esta alianza son difícil de prever ya que esta imagen depende de causas exógenas al aeropuerto y a la aerolínea. Por último, se encuentran las alianzas basadas en la *seguridad*, que a diferencia de las alianzas de capacidad no requiere fijar relaciones a largo plazo lo que hace que dejen de ser una estrategia puramente dicha.

Los autores concluyen su trabajo dando énfasis a que la tendencia a la liberalización y a la globalización en los mercados llevará a que estas prácticas colusorias sean más frecuentes en los años venideros.

En Yang et al. (2015) llevan a cabo un análisis de aquellos mecanismos y demás determinantes de colusión entre un aeropuerto y una aerolínea, utilizando para ello un modelo de negociación de Nash y una interpretación de resultados empíricos (a través de la estimación de un modelo probit). Una de las principales conclusiones empíricas muestran que el reparto de ingreso por concesión que reciben las aerolíneas será mayor cuanto mayor sea el poder de mercado de la aerolínea o mayores sean sus costes, además este tipo de acuerdos suelen ser más frecuentes en aeropuertos públicos según la evidencia empírica. Otra conclusión a tener en cuenta es que cuanto más se preocupa un aeropuerto por el bienestar social, es más posible que se lleve a cabo una correcta colusión entre el aeropuerto y la aerolínea.

Una de las aportaciones más importantes a la hora de modelizar este tipo de casos, ha sido realizada por Basso y Zang (2007), en cuyo trabajo formulan un modelo económico de terminales de transporte con el objetivo de analizar los efectos de la propiedad, competencia y regulación. Este modelo se basa primeramente en la formulación de un modelo de Hotelling, en el que se supone una ciudad lineal, donde en cada extremo de

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

esta se sitúa una instalación (aeropuerto) en donde producen unas operadoras(aerolíneas), por otra parte, los potenciales consumidores se encontrarán repartidos uniformemente a lo largo de esta ciudad y deberán decidir a cuál de las dos instalaciones acudir. De este modo Basso y Zang investigan una secuencia de muchos juegos simultáneos intentando estudiar la rivalidad y competencia dentro de una instalación, resolviendo para ello el problema del consumidor.

Una de las aportaciones más relevantes de este trabajo es la elaboración de unas demandas de la instalación derivadas en función del precio que paga una empresa por operar en una terminal y la capacidad de estas.

A raíz de estas funciones, los autores continúan analizando el duopolio en el mercado de las instalaciones donde hay dos instalaciones enfrentadas que tratarán de maximizar sus propios beneficios en función de sus precios o de sus cantidades en dos posibles casos, en el primero de ellos las terminales tienen información imperfecta mientras que en el otro caso las instalaciones tienen información perfecta, en este último caso los autores comparan los resultados cuando se toman las decisiones de forma secuencial y cuando se toman de forma simultánea. Posteriormente analizan el caso en el que un monopolista posee las dos instalaciones.

Las conclusiones más relevantes de estos autores hacen referencia a una situación de oligopolio en el mercado de transportistas y duopolio en el de las instalaciones, donde (i) los precios de equilibrio de los duopolistas aumentan cuando el valor que los consumidores le dan a su tiempo es mayor y/o cuando la sensibilidad de los transportistas al retraso provocado por la congestión es mayor, (ii) la entrada de un nuevo transportista en cualquier instalación provocará una caída de los precios para ambas instalaciones, (iii) un coste marginal bajo de los transportistas se traduce a un precio de cobro alto para la instalación en la que operan pero un precio más bajo para la otra instalación, (iv) la existencia de un duopolio en las instalaciones induce a precios más bajos que un monopolio, sin embargo, si se supone un juego de decisión de precios/cantidades secuencial, la calidad que ofrecen las instalaciones en el duopolio es menor que en el monopolio, pero si el juego es de decisión simultánea, los duopolistas ofrecerán una calidad similar al que ofrece el monopolista y (v) en una situación de duopolio con información imperfecta se invierte menos en la capacidad siendo los precios que cobran las instalaciones a los transportistas más altos que en un juego de información perfecta.

Por último, hay que tener en cuenta que en este trabajo los autores utilizan una función de costes de retardo lineal del tipo de De Borger y Van Dender (2006) para simplificar el análisis del modelo.

Un trabajo que trata la forma de regulación de precios es el de Yang y Zhang (2011) donde definen una forma de regular los precios de los aeropuertos tal que *“La regulación de precios máximos ajusta los precios del operador de acuerdo con un índice de precios máximos que refleja la tasa general de inflación en la economía, la capacidad del operador para ganar eficiencias en relación con la empresa promedio en la economía y la inflación en el precio del input del operador relativo de la media de empresas de la economía.”*(p.294). Este modelo de fijación exige a las empresas a ser eficientes en costes, lo que ha llevado a mejoras económicas en muchos de los aeropuertos donde se ha instaurado este modelo, imponiéndose a la regulación basada en costes.

Estos autores consideran dos escenarios para la regulación de precios, una aproximación individual y una dual, diferenciadas por la forma de obtener ingresos, mientras que la primera hace referencia a las actividades de aviación junto con el uso complementario de terminales, pistas y demás, la segunda hace referencia a ingresos provenientes de la explotación comercial del aeropuerto totalmente independiente de

las actividades aviación, según los autores, esta explotación comercial ha adquirido gran relevancia durante estos últimos años.

Para la modelización, se basaron en el modelo de Czerny (2006), añadiendo los supuestos de congestión del aeropuerto provocada por retrasos y la existencia de un oligopolio en el mercado de aerolíneas y un solo aeropuerto, para el que demuestran que cuando la congestión de este no es importante, la regulación de precios en una aproximación individual es preferible a la dual, debido al mayor bienestar social que otorga, pero si la congestión sí que es un problema importante, bajo ciertas condiciones (que la explotación comercial logre los ingresos suficientes para cubrir los costes del aeropuerto procedentes de los servicios de aviación), la fijación de precios dual será preferible a la individual.

Otro trabajo que cabría citar es D'Alfonso et al. (2012), en cuyo trabajo, al igual que Barbot (2011), tratan las alianzas entre aeropuertos y aerolíneas, suponiendo dos escenarios, uno simétrico y otro no simétrico, el modelo que elaboran consiste en una secuencia de muchos juegos simultáneos basándose en un modelo de Stackelberg con una empresa líder y n empresas seguidoras, la aerolínea líder de cada aeropuerto colude con su respectivo aeropuerto.

El resultado final, establece que ambas empresas que coluden tienen incentivos para hacerlo, no obstante, será solo buscando sus propios beneficios sin tener en cuenta el bienestar social.

Otras conclusiones que se extraen de este trabajo tratan sobre *el mercado de aerolíneas*, donde tal y como se vio en Basso y Zang (2007), la entrada de una empresa adicional seguidora en dicho mercado supone una disminución del precio de equilibrio de los aeropuertos, motivando así un aumento de la demanda de vuelos, haciendo así que aumente el excedente y el bienestar de los consumidores.

En el mercado de aeropuertos, se encuentra que siempre tendrán incentivos para coludir, no obstante, tal y como se explica, esto contradice a la investigación de Barbot (2009), donde se concluye que los aeropuertos solo tendrán interés en coludir siempre y cuando se den ciertas condiciones y no compartan un mismo mercado.

Otro trabajo a tener en cuenta es el de Zhang y Zhang (2006), que trata de estudiar cómo afecta a los aeropuertos la internalización de los costes de congestión de un aeropuerto por parte de las aerolíneas, estableciendo un alto precio del billete a los clientes que serán los que en realidad soporten dicho coste. Esto sucederá siempre y cuando las aerolíneas tengan cierto poder de mercado, modificando así la forma de invertir y financiar del aeropuerto, ya que estas aerolíneas no solo estarán privando al aeropuerto de pagar los costes de congestión sino también de cobrar los ingresos de este.

Esta situación puede suponer un traspaso a las aerolíneas de la gestión de la congestión del aeropuerto por parte de este, estableciéndose así una situación en la que las aerolíneas puedan aumentar(disminuir) el tráfico del aeropuerto con el simple hecho de disminuir(aumentando) el precio de los billetes.

Para el análisis se tuvieron en cuenta para el aeropuerto economías de escala constantes (no se tienen en cuenta los ingresos que provienen de la explotación comercial del aeropuerto) y que la función de retardo provocada por la congestión no fuera homogénea, todo esto causaría un déficit financiero que provocaría una disminución del bienestar total, no obstante si se considera unas economías de escala decrecientes, se crearía un beneficio para el aeropuerto, por lo que no estaría del todo claro si una situación en la que las aerolíneas tuvieran el poder de mercado, les llevaría

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

a igualar los beneficios que conseguiría un aeropuerto con economías de escala decrecientes.

Tal y como muestra Doganis (1992), los ingresos de concesión que consiguen los aeropuertos como consecuencia de la explotación comercial de sus instalaciones, han ido aumentando su importancia con el paso de los años hasta llegar a ser en algunos aeropuertos la principal fuente de ingresos, por encima de los que puedan conseguir con los servicios aeronáuticos, por ello los siguientes trabajos que se mostrarán , harán referencia al bienestar que generan o que afectan el diferente reparto de estos ingresos de concesión.

El estudio de los efectos de la colusión entre aeropuertos y aerolíneas que se encuentra en el trabajo realizado por Fu y Zhang (2010), consigue tratar temas como la colusión vertical, la competitividad y el bienestar en el reparto de ingresos de concesión entre aeropuertos y aerolíneas que coluden entre sí, dejando en claro que estos repartos pueden afectar negativamente a la competencia en el mercado de aerolíneas ya que si un aeropuerto puede decidir con que aerolíneas repartir estos ingresos, hará que dichas aerolíneas se conviertan en las 'dominantes' de estos aeropuertos, perjudicando así a todas las demás aerolíneas.

Los autores comienzan analizando el caso de un monopolio, utilizando para ello una función de beneficios asentada en las aportaciones de Oum et al. (2004), de aquí determinan que si solo operase una aerolínea en el aeropuerto, los ingresos de concesión que se reparten aumentan el beneficio de la alianza aeropuerto-aerolínea y además se consigue una mejora en el excedente del consumidor y una mejora del bienestar, no obstante, al analizar el caso de un oligopolio de aerolíneas, concluyen que aquellas empresas que se quedan fuera del reparto de ingresos por concesión, estarán peor, sin embargo, esto permite a los aeropuertos aumentar sus beneficios ya que estarían cobrando un alto precio para otorgar un derecho de reparto de ingresos, pero si la distribución fuera equitativa, subiría el beneficio de las empresas, la producción del mercado y el bienestar total. Si se supone un caso en el que solo una empresa tiene derecho a recibir el reparto de ingresos, supondrá un aumento de su producción a costa del resto de competidoras. Por último, modelizan un caso basado en un oligopolio donde el mercado de las aerolíneas presenta asimetrías, se supone que existe una aerolínea con ventaja en costes sobre el resto, por ello el aeropuerto solo compartirá con esta compañía los ingresos de concesión lo que le permitirá tener mayor cuota de mercado y supondrá una pérdida del bienestar total, por otra parte, en el caso de competencia duopolística, este bienestar se ve mejorado.

Todas estas ganancias de bienestar hacen referencia a un aumento de la demanda complementaria entre el servicio de aviación por parte de las aerolíneas y la concesión de servicios por parte de los aeropuertos.

Por otra parte, en relación con este último trabajo, se encuentra Zhang et al. (2010), donde los autores llevan a cabo un estudio de los efectos que tiene entre un aeropuerto y sus aerolíneas la participación de los ingresos por concesión. No obstante, el segundo objetivo de su trabajo centra más la atención en el estudio de la colusión vertical entre aeropuerto y aerolínea, para un caso con muchos aeropuertos que compiten entre sí, con un número determinado de aerolíneas cada uno, llegando a la conclusión que cuanto mayor sea la competencia entre aeropuertos, mayor será el número de cooperaciones entre aerolíneas y aeropuertos.

Cuadro 1. Revisión de la literatura.

Autores	Año	Objetivo	Conclusiones
<i>Doganis, R.</i>	1992	<ul style="list-style-type: none"> Analizar el Mercado aeroportuario inglés. 	<ul style="list-style-type: none"> Los ingresos de concesión que consiguen los aeropuertos como consecuencia de la explotación comercial de sus instalaciones han llegado a ser la principal fuente de ingresos de algunos aeropuertos, por encima de los que puedan conseguir con los servicios aeronáuticos
<i>Albers, S., Koch, B., & Ruff, C.</i>	2005	<ul style="list-style-type: none"> Encontrar y justificar las motivaciones para alianzas entre aeropuertos y aerolíneas a través de una clasificación del tipo de alianzas. 	<ul style="list-style-type: none"> Clasifican tres tipos de alianzas entre aeropuertos y aerolíneas: <ol style="list-style-type: none"> 1- Alianzas basadas en la capacidad 2- Alianzas basadas en el marketing 3- Alianzas basadas en la seguridad. Tendencia a la liberalización y globalización lleva a que las prácticas colusorias sean más frecuentes.
<i>Zhang, A., & Zhang, Y.</i>	2006	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar cómo afecta a los aeropuertos la internalización de los costes de congestión de un aeropuerto por parte de las aerolíneas 	<ul style="list-style-type: none"> Puede suponer también un traspaso a las aerolíneas de la gestión de la congestión del aeropuerto por parte de este, estableciéndose así una situación en la que las aerolíneas puedan aumentar(disminuir) el tráfico del aeropuerto con el simple hecho de disminuir(aumentando) el precio de los billetes.

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

Cuadro 1. Revisión de la literatura.

<p><i>Basso, L. J., & Zhang, A.</i></p>	<p>2007</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formular un modelo económico de terminales de transporte con el objetivo de analizar los efectos de la propiedad, competencia y regulación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar el mercado de las instalaciones en función de la producción y de los costes, a partir del cual se pueden extraer importantes conclusiones.
<p><i>Fu, X., & Zhang, A.</i></p>	<p>2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tratar el tema de la fusión vertical pero también considerar la competitividad y el bienestar en el reparto de ingresos de concesión entre aeropuertos y aerolíneas que coluden entre sí. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si solo opera una aerolínea en el aeropuerto: los ingresos de concesión que se reparten aumentan el beneficio de la fusión aeropuerto-aerolínea y además se consigue una mejora en el excedente del consumidor y una mejora del bienestar. • Oligopolio de aerolíneas: aquellas empresas que se quedan fuera del reparto de ingresos por concesión estarán peor, sin embargo, esto permite a los aeropuertos aumentar sus beneficios ya que estarían cobrando un alto precio para otorgar un derecho de reparto de ingresos. • Oligopolio donde el mercado de las aerolíneas presenta asimetrías: el aeropuerto solo compartirá con esta compañía los ingresos de concesión lo que le permitirá tener mayor cuota de mercado y supondrá una pérdida del bienestar total.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 1. Revisión de la literatura.

<p>Zhang, A., Fu, X., & Yang, H. G.</p>	<p>2010</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudiar los efectos que tiene entre un aeropuerto y sus aerolíneas la participación de los ingresos por concesión. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuanto mayor sea la competencia entre aeropuertos, mayor será el número de cooperaciones entre aerolíneas y aeropuertos.
<p>Yang, H., & Zhang, A.</p>	<p>2011</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir una forma de regular los precios de los aeropuertos considerando dos escenarios (una aproximación individual o una dual). 	<ul style="list-style-type: none"> • La regulación de precios en una aproximación individual es preferible a la dual, debido al mayor bienestar social que otorga, pero si la congestión sí que es un problema importante, bajo ciertas condiciones, la fijación de precios dual será preferible a la individual.
<p>Barbot, C.</p>	<p>2011</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar tres tipos de alianza vertical entre aeropuertos y aerolíneas y poder ver así, que tipos de acuerdos favorecen o desfavorecen a los consumidores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación alianza vertical: <ol style="list-style-type: none"> 1. Fusión vertical. 2- Mercado ascendente de aerolíneas. 3- Discriminación de precios. • El bienestar y el correcto funcionamiento de la competencia en una situación de fusión vertical depende en gran medida de las cláusulas y las condiciones que se fijen en dichas alianzas.

Fuente: Elaboración propia

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

Cuadro 1. Revisión de la literatura.

<p><i>D'Alfonso, T., & Nastasi, A.</i></p>	<p>2012</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analizar las alianzas entre aeropuertos y aerolíneas, suponiendo dos escenarios, uno simétrico y otro no simétrico. 	<ul style="list-style-type: none"> Ambas empresas que coluden tienen incentivos para hacerlo, no obstante, será solo buscando sus propios beneficios sin tener en cuenta el bienestar social. La entrada de una empresa adicional seguidora supone una disminución del precio de equilibrio de los aeropuertos, un aumento de la demanda de vuelos, aumentando así el excedente y el bienestar de los consumidores
<p><i>Yang, H., Zhang, A., & Fu, X.</i></p>	<p>2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar los mecanismos y determinantes de la colusión entre aeropuertos y aerolíneas. 	<ul style="list-style-type: none"> El reparto de ingreso por concesión que reciben las aerolíneas será mayor cuanto mayor sea el poder de mercado de la aerolínea o mayores sean sus costes. Este tipo de acuerdos suelen ser más frecuentes en aeropuertos públicos según la evidencia empírica. Cuanto más se preocupa un aeropuerto por el bienestar social, es más posible que se lleve a cabo una correcta colusión entre el aeropuerto y la aerolínea.
<p><i>Wiltshire, J.</i></p>	<p>2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> Analizar la competencia entre aeropuertos. 	<ul style="list-style-type: none"> Durante los últimos años los aeropuertos secundarios han sido capaces de crecer y poder competir contra los aeropuertos principales, debido a la tendencia que han tenido las aerolíneas de bajo coste de abrir nuevas rutas entre aeropuertos principales y secundarios.

Fuente: Elaboración propia

6. Modelo

A lo largo de este apartado, se procederá a realizar una explicación de los efectos de la colusión vertical entre un aeropuerto y la aerolínea que opera en este, apoyándose para eso en una réplica del modelo utilizado por Barbot (2009), siendo este a su vez una simplificación del usado por Basso y Zang (2007) como se ha visto en el apartado anterior.

En el modelo propuesto por Basso y Zang (2007) se parte de un modelo de Hotelling, suponiendo una ciudad lineal infinita donde en cada extremo de esta se encuentran dos instalaciones, en este caso todos los potenciales consumidores están repartidos de una forma aleatoria a lo largo de dicha ciudad y bajo estos supuestos, los consumidores deberán decidir a qué instalación acudir, por ello se afirma que existe un duopolio en el mercado de los aeropuertos.

Para obtener una simplificación del modelo, en el trabajo elaborado por Barbot (2009) se supuso que al contrario de lo que sucedía en Basso y Zang (2007), los consumidores potenciales solo se situarían en los puntos finales de dicha ciudad lineal, es decir, solo existirían consumidores en las localizaciones de estas instalaciones (aeropuertos).

El primer modelo (simétrico) que propone Barbot (2009) para explicar los efectos de la colusión vertical, está compuesto por tres submodelos, siendo el primer caso de estudio una situación en la que no existe colusión en ninguno de los aeropuertos, otro en el que solo una aerolínea colude con su aeropuerto, cuyos resultados serán homólogos para el aeropuerto y la aerolínea contrarios debido a que las funciones son idénticas, y el último caso que tratará una doble colusión para los dos aeropuertos y sus respectivas aerolíneas.

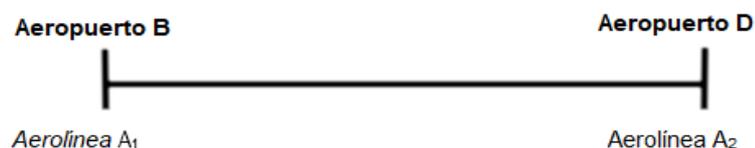
La resolución de las cantidades y precios óptimos para cada aeropuerto y aerolínea en cada caso se obtendrán utilizando el proceso de inducción hacia atrás dado que se trata de un juego dinámico con información completa y perfecta, es decir, en cada momento, la persona encargada de decidir conocerá al pleno toda la información que haya recogido el juego hasta el momento, este tipo de resolución consiste en resolver un juego desde el final hasta el inicio de este (Gibbons. R, 1992, p.55).

Como en todo modelo, lo primero de todo será fijar unos supuestos bajo los que se sustentará el modelo.

6.1. Supuestos

1. Existen únicamente dos aeropuertos situados en los extremos opuestos de una ciudad (situación de duopolio en el mercado de aeropuertos), en cada aeropuerto opera una aerolínea, de esta manera, se puede definir un aeropuerto B que competirá contra un aeropuerto D, en el aeropuerto B operará una aerolínea que se llamará A_1 , mientras que en el aeropuerto D operará la aerolínea A_2 .

Ilustración 1. Modelo de Hotelling.



Fuente: Elaboración propia

2. Las aerolíneas A_1 y A_2 venderán directamente los billetes a los clientes a unos precios p_1 y p_2 respectivamente, siendo este servicio el output o servicio final proporcionado por las aerolíneas.
3. Las demandas a las que harán frente las aerolíneas serán Y_1 para A_1 y para A_2 será Y_2 .
4. Los aeropuertos venden servicios a las aerolíneas (inputs), de esta manera el aeropuerto B cobrará a la aerolínea A_1 un precio por cantidad vendida igual a p_B , mientras que D cobrará a su aerolínea A_2 un precio unitario de p_D , representando ambos precios el coste unitario que supone para ambas aerolíneas operar en sus correspondientes aeropuertos.
5. Las aerolíneas tienen un coste marginal constante igual a " c ", mientras que los aeropuertos hacen frente a unos costes fijos de F_B y F_D para B y D respectivamente.
6. Las aerolíneas no pueden escoger aeropuerto, tampoco los aeropuertos pueden escoger que aerolínea operará en sus instalaciones, este se considera un supuesto muy criticable.
7. Los consumidores potenciales deberán elegir entre el aeropuerto B, utilizando para ello la aerolínea A_1 o el aeropuerto D comprando para ello el billete de A_2 .
8. A la hora de evaluar la calidad tanto de aeropuertos como de aerolíneas, hay que suponer:
 - I. Para los aeropuertos existirá una diferenciación horizontal, es decir, no puede ser fácilmente evaluado su calidad, llevando esto a que cualquier diferenciación será meramente producto de su localización y la distancia con respecto a sus potenciales consumidores.
 - II. Para el caso las aerolíneas, se supondrá que los vuelos ofertados serán homogéneos por lo que la calidad que ofrece A_1 será igual a la que ofrece A_2 .
9. No existen ni costes por coludir ni tampoco tasas de descuento.
10. Para la versión simétrica, se supone que todos los vuelos están cubiertos al completo.

6.2. Desarrollo del modelo simétrico (Versión Homogénea)

Antes de nada, hay que señalar que todas las operaciones que se llevarán a cabo a continuación se han resuelto utilizando el sistema de algebra computacional maxima. Tal y como se ha dicho anteriormente, en este modelo se encuentra una situación en la que dos aeropuertos con sus respectivas aerolíneas compiten por la captación de clientes en una misma zona, para ello se puede plantear tres casos dentro de un modelo simétrico:

6.2.1. Sin Colusión.

Como se ha comentado durante los supuestos, se partirá de una condición de Hotelling donde un individuo localizado en x y el cual presenta total indiferencia a ir al aeropuerto B o al D y a comprar su billete con la aerolínea A_1 o con la A_2 , se representará de la siguiente manera:

$$tx + p_1 = t(1 - x) + p_2 \quad (1)$$

Siendo " t " el coste unitario de transporte para los consumidores, " x " la localización del individuo y " p_1/p_2 " el precio de los billetes de A_1 y de A_2 respectivamente.

Dicha condición, representa para el consumidor una igualdad entre los costes de transporte asociados a utilizar el aeropuerto B y la aerolínea A_1 y los costes asociados al aeropuerto D con la aerolínea A_2 .

Si se despeja la variable x en dicha igualdad, se obtiene la siguiente expresión:

$$x = \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \quad (2)$$

La expresión (2) representa los rendimientos, que se puede transcribir como las funciones de demanda de cada aerolínea:

$$y_1 = \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \quad (3)$$

$$y_2 = 1 - \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \quad (4)$$

Como se puede ver en (3) y (4), t tiene el mismo valor ya que como se ha dicho anteriormente en el supuesto 8, las aerolíneas presentarán la misma calidad, haciendo que los costes unitarios de transporte para los consumidores sean idénticos ($t_1=t_2=t$).

Una vez se tienen las demandas, se podrían plantear los beneficios para cada aerolínea, siendo "*Beneficio = Ingresos - Costes = precio * cantidad - costes*".

Siendo para A_1 :

$$\pi_1 = p_1 \left(\frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) - (c + p_B) \left(\frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) \quad (5)$$

Mientras que para A_2 será:

$$\pi_2 = p_2 \left(1 - \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) - (c + p_D) \left(1 - \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) \quad (6)$$

Cabe destacar que ninguna de estas dos últimas expresiones tiene costes fijos, solo unitarios, tal y como se vio en los supuestos 4 y 5. Si se reordenan las expresiones (5) y (6) quedarán de la siguiente manera:

$$\pi_1 = (p_1 - c - p_B) \left(\frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) \quad (7)$$

$$\pi_2 = (p_2 - c - p_D) \left(1 - \frac{p_2 - p_1 + t}{2t} \right) \quad (8)$$

Por otra parte, se pueden plantear los beneficios de los aeropuertos de la siguiente

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

forma:

$$\pi_B = y_1(p_B, p_D)(k + p_B) - F_B \quad (9)$$

$$\pi_D = y_2(p_B, p_D)(k + p_D) - F_D \quad (10)$$

Donde “ $y_1(p_B, p_D) / y_2(p_B, p_D)$ ” son las funciones de demanda de los aeropuertos en función de los precios unitarios que cobran a las aerolíneas, “ k ” es el ingreso unitario para el aeropuerto como consecuencia de la concesión de actividades para los consumidores (explotación comercial de la instalación), “ p_B/p_D ” son los precios unitarios que cobran los aeropuertos a las aerolíneas por operar en sus instalaciones y “ F_B/F_D ” son los costes fijos de los aeropuertos.

Resolución por inducción hacia atrás (Sin colusión)

Una vez definidas todas las ecuaciones que se necesitan para operar el modelo, se pasará a realizar una resolución por inducción hacia atrás tal y como se explicó anteriormente, teniendo en cuenta que la variable de decisión en todo momento serán los precios.

Primero de todo se comenzará por la tercera etapa, en la que habrá que hallar las funciones de mejor respuesta de cada aerolínea, para ello se utilizará las funciones de A_1 , es decir, primero se realizará la condición de primer orden para esta aerolínea, donde se derivará sus beneficios (7) en función del precio que fijará, que en este caso será p_1 :

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1} = 0; \quad \frac{t + c + p_B + p_2 - 2p_1}{2t} = 0; \quad p_1(t, c, p_B, p_2) = \frac{t + c + p_B + p_2}{2} \quad (11)$$

De esta manera se obtiene $p_1(t, c, p_B, p_2)$, donde el precio dependerá de forma positiva de t, p_B, p_2 y c .

Como las funciones son simétricas entre las dos aerolíneas, se puede obtener la función $p_2(t, c, p_B, p_2)$ para A_2 , con misma relación entre las variables que las explicadas para (11), a excepción de p_B que para A_2 estará determinada en función de p_D , ya que es el precio que puede fijar esta aerolínea.

$$p_2(t, c, p_D, p_1) = \frac{t + c + p_D + p_1}{2} \quad (12)$$

Una vez se obtienen estas dos ecuaciones, se podrá resolver por sustitución el sistema lineal de dichas ecuaciones:

$$p_1(t, c, p_B, p_D) = \frac{3t + 3c + p_D + 2p_B}{3} \quad (13)$$

$$p_2(t, c, p_B, p_D) = \frac{3t + 3c + 2p_D + p_B}{3} \quad (14)$$

Tanto p_1 como p_2 dependen positivamente de t, p_B, p_D y c .

Para la segunda etapa el objetivo es obtener las cantidades y los precios de los aeropuertos que no coluden, para ello lo primero que hay que hacer es sustituir las demandas de las funciones de los beneficios de estos aeropuertos ($y_1(p_B, p_D)$, $y_2(p_B, p_D)$) por las demandas que se han obtenido (13) y (14), no obstante habrá que calcular dichas demandas inversas, por ello se sustituyen (13) y (14) en (3) y (4) respectivamente, como se muestra a continuación:

$$y_1 = \frac{\frac{3t + 3c + 2p_D + p_B}{3} - \frac{3t + 3c + p_D + 2p_B}{3} + t}{2t} \quad (15)$$

$$y_2 = 1 - \frac{\frac{3t + 3c + 2p_D + p_B}{3} - \frac{3t + 3c + p_D + 2p_B}{3} + t}{2t} \quad (16)$$

Simplificando ambas expresiones:

$$y_1 = \frac{3t + p_D - p_B}{6t} \quad (17)$$

$$y_2 = \frac{3t - p_D + p_B}{6t} \quad (18)$$

Ahora ya se puede sustituir (17) y (18) en (9) y (10) respectivamente:

$$\pi_B = \frac{(k + p_B)(3t + p_D - p_B)}{6t} - F_B \quad (19)$$

$$\pi_D = \frac{(k + p_D)(3t - p_D + p_B)}{6t} - F_D \quad (20)$$

A continuación, cada una de las aerolíneas maximizará sus beneficios en función de su precio:

$$\frac{\partial \pi_B}{\partial p_B} = 0; \frac{3t + p_D - p_B}{6t} - \frac{k + p_B}{6t} = 0; \mathbf{p_B(t, k, p_D)} = \frac{3t - k + p_D}{2} \quad (21)$$

$$\frac{\partial \pi_D}{\partial p_D} = 0; \frac{3t - p_D + p_B}{6t} - \frac{k + p_D}{6t} = 0; \mathbf{p_D(t, k, p_B)} = \frac{3t - k + p_B}{2} \quad (22)$$

Tal y como se observa, los precios de ambos aeropuertos que no coluden con sus respectivas aerolíneas son simétricos, por lo que ambas funciones se pueden resolver por sustitución, de tal forma que los precios de ambos aeropuertos serán los siguientes:

$$p_B = \frac{3t - k + p_B}{2}; \mathbf{p_B = 3t - k} \quad (23)$$

$$p_D = \frac{3t - k + p_D}{2}; \mathbf{p_D = 3t - k} \quad (24)$$

Una vez se tiene el precio de los dos aeropuertos, se observa que $p_B = p_D$. Ahora ya se pueden hallar el resto de las variables, como pueden ser el precio de cada aerolínea:

$$p_1 = \frac{3t + 3c + p_D + 2p_B}{3}; p_1 = \frac{2(3t - k) + 6t - k + 3c}{3}; \mathbf{p_1 = 4t - k + c} \quad (25)$$

$$p_1 = \frac{3t + 3c + p_B + 2p_D}{3}; p_1 = \frac{2(3t - k) + 6t - k + 3c}{3}; \mathbf{p_2 = 4t - k + c} \quad (26)$$

Como en este caso homogéneo las funciones entre los dos aeropuertos y las dos aerolíneas son simétricas, los resultados serán exactamente los mismos, a excepción de los beneficios de los aeropuertos ya que los costes fijos a los que hacen frente pueden ser distintos. Por ello $p_1 = p_2$.

Hallando las demandas de cada aerolínea, sustituyendo para ello p_1 y p_2 en (7) y (8), se

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

obtiene:

$$y_1 = \frac{t+p_2-p_1}{2t}; y_1 = \frac{t+(4t-k+c)-(4t-k+c)}{2t}; y_1 = \frac{1}{2} \quad (27)$$

$$y_2 = \frac{t+p_2-p_1}{2t}; y_1 = \frac{t+(4t-k+c)-(4t-k+c)}{2t}; y_2 = \frac{1}{2} \quad (28)$$

Sustituyendo los precios de aerolíneas (p_1, p_2) y aeropuertos (p_B, p_D) en la función de beneficios de cada aerolínea, se obtienen dichos beneficios:

$$\pi_1 = \frac{(-c - p_B + p_1)(t + p_2 - p_1)}{2t}; \pi_1 = \frac{1}{2}t \quad (29)$$

$$\pi_2 = \frac{(-c - p_D + p_2)(t + p_2 - p_1)}{2t}; \pi_2 = \frac{1}{2}t \quad (30)$$

Por último, se sustituye el precio de los aeropuertos (p_B, p_D) en las funciones de beneficios:

$$\pi_B = \frac{(k + p_B)(3t - p_B + p_D)}{6t} - F_B; \pi_B = \frac{3}{2}t - F_B \quad (31)$$

$$\pi_D = \frac{(k + p_D)(3t - p_D + p_B)}{6t} - F_D; \pi_D = \frac{3}{2}t - F_D \quad (32)$$

Por lo tanto, estos serían los resultados de una situación en la que aeropuertos y aerolíneas no coluden:

Tabla 1. Resultados para B, D, A₁ y A₂.

	Aeropuertos		Aerolíneas				
	B	D	A ₁	A ₂			
Demanda	$y_B = \frac{1}{2}$	=	$y_D = \frac{1}{2}$	=	$y_1 = \frac{1}{2}$	=	$y_2 = \frac{1}{2}$
Precios	$p_B = 3t - k$	=	$p_D = 3t - k$	=	$p_1 = 4t - k + c$	=	$p_2 = 4t - k + c$
Beneficios	$\pi_B = \frac{3}{2}t - F_B$	≠	$\pi_D = \frac{3}{2}t - F_D$	=	$\pi_1 = \frac{1}{2}t$	=	$\pi_2 = \frac{1}{2}t$

Fuente: Elaboración propia

6.2.2. Colusión por parte de un aeropuerto y su aerolínea.

En este caso, se supone que solamente una aerolínea y un aeropuerto van a coludir mientras que el otro aeropuerto y la otra aerolínea no coluden. Para seguir replicando el modelo planteado por Barbot (2009), se va a suponer que la colusión vertical se realizará entre el aeropuerto B y la aerolínea A₁, no obstante, hay que tener en cuenta que estos resultados se pueden trasladar a D y A₂ ya que poseen funciones simétricas, a excepción de los costes constantes de los aeropuertos.

De este modo el precio final de venta de los billetes de la colusión se decidirá a través de una negociación entre B y A₁, a priori este precio no se podrá determinar ya que no se conoce ni el poder de negociación del aeropuerto ni el de la aerolínea tal y como afirma Barbot (2009).

Esta colusión pasará a llamarse C_1 , cuya función de beneficios será:

$$\pi_{C_1} = \pi_1 + \pi_B = (p_1 - c - p_B)y_1 + (k + p_B)y_1 - F_B; = y_1(k - c + p_1) - F_B \quad (33)$$

A diferencia del caso anterior, el beneficio conjunto de C_1 se halla sumando la función de beneficios del aeropuerto B con la función de beneficios de la aerolínea A_1 , dando como resultado unos ingresos que dependerán positivamente del precio de venta final del billete (p_1) y del ingreso unitario para el aeropuerto como consecuencia de la concesión de actividades para los consumidores (k), mientras que los beneficios serán menores cuanto mayor sean los costes marginales de las aerolíneas (c) y/o mayores costes fijos de los aeropuertos. Cabe mencionar que el precio que cobraba el aeropuerto a la aerolínea por permitirle producir en su instalación (p_B), ha desaparecido como consecuencia directa de la colusión.

Resolución por inducción hacia atrás (Colusión por parte de un aeropuerto y su aerolínea)

En este caso, la tercera etapa consistirá en una competencia de precios entre A_2 y C_1 que terminará estableciendo unos precios $p_1(p_D)$ y $p_2(p_D)$, como se muestra a continuación:

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial p_2} = 0; \frac{t + c + p_D + p_1 - 2p_2}{2t} = 0; p_2(t, c, p_D, p_1) = \frac{t + c + p_D + p_1}{2} \quad (34)$$

A diferencia del caso anterior, será la función de beneficios de C_1 (33) la que se maximizará en función de p_1 :

$$\frac{\partial \pi_{C_1}}{\partial p_1} = 0; \frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{k - c + p_1}{2t} = 0; p_1(t, c, p_D, p_2) = \frac{t - k + c + p_2}{2} \quad (35)$$

Al igual que en el caso A, este sistema de ecuaciones se puede resolver mediante el método de sustitución, dando como resultado las siguientes expresiones:

$$p_1(t, c, p_D, k) = \frac{3t - 2k + 3c + p_D}{3} \quad (36)$$

$$p_2(t, c, p_D, k) = \frac{3t - k + 3c + 2p_D}{3} \quad (37)$$

A diferencia del caso 6.2.1, ambos precios finales de los billetes dependen de p_D y k , cosa que antes no sucedía.

Si se reemplaza ambos precios en sus respectivas demandas, estas quedarán de la siguiente manera:

$$y_{C_1} = \frac{t + p_2 - p_1}{2t}; y_{C_1} = \frac{\frac{3t - k + 3c + 2p_D}{3} - \frac{3t - 2k + 3c + p_D}{3} + t}{2t}; y_{C_1} = \frac{3t + k + p_D}{6t} \quad (38)$$

$$y_2 = 1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t}; y_2 = 1 - \frac{\frac{3t - k + 3c + 2p_D}{3} - \frac{3t - 2k + 3c + p_D}{3} + t}{2t}; y_2 = \frac{3t - k - p_D}{6t} \quad (39)$$

A continuación, se va a sustituir (39) en los beneficios de D (11):

$$\pi_D = (k + p_D)y_2 - F_D; \pi_D = \frac{(k + p_D)(3t - k - p_D)}{6t} - F_D \quad (40)$$

Si se realiza la condición de primer orden de los beneficios en función de p_D con el objetivo de maximizar beneficios, se podrá obtener el valor de p_D como se muestra a continuación:

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

$$\frac{\partial \pi_D}{\partial p_D} = 0; 0 = \frac{3t - k - p_D}{6t} - \frac{k + p_D}{6t}; p_D = \frac{3t - 2k}{2} = \frac{3t}{2} - k \quad (41)$$

Una vez se obtiene p_D , ya se podrán obtener todas las demás variables despejando de la siguiente manera:

Se obtiene p_1 y p_2 despejando p_D en sus respectivas funciones:

$$p_1 = \frac{3t - 2k + 3c + p_D}{3}; p_1 = \frac{\frac{9t}{2} - 3k + 3c}{3}; p_1 = \frac{3t - 2k + 2c}{2}; \quad (42)$$

$$p_1 = \frac{3t}{2} - k + c \quad (43)$$

$$p_2 = \frac{3t - k + 3c + 2p_D}{3}; p_2 = \frac{2(\frac{3t}{2} - k) + 3t - k + 3c}{3}; p_2 = 2t - k + c$$

Para obtener las cantidades demandadas habrá que despejar p_1 y p_2 en dichas funciones de demanda:

$$y_1 = \frac{t + p_2 - p_1}{2t}; y_1 = \frac{3}{4} \quad (44)$$

$$y_2 = 1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t}; y_2 = \frac{1}{4} \quad (45)$$

Para obtener los beneficios de C_1 , habrá que sustituir las variables p_1 e y_1 :

$$\pi_{C_1} = y_1(k - c + p_1) - F_B; \pi_{C_1} = \frac{9t}{8} - F_B \quad (46)$$

Para obtener los beneficios de A_2 , habrá que sustituir las variables p_2 , y_2 y p_D :

$$\pi_2 = p_2 y_2 - (c + p_D) y_2; \pi_2 = \frac{1}{8} t \quad (47)$$

Por último, para hallar los beneficios de D , habrá que sustituir p_D e y_2 :

$$\pi_D = (k + p_D) y_2 - F_D; \pi_D = \frac{3t}{8} - F_D \quad (48)$$

De esta manera, los resultados finales de una situación de duopolio de aeropuertos donde un aeropuerto y una aerolínea llevan a cabo una colusión vertical mientras el otro aeropuerto y la otra aerolínea no, tendrá los siguientes resultados:

Tabla 2. Resultados para C_1 , D y A_2 .

	Colusión	Sin colusión	
	C_1	D	A_2
Demanda	$y_1 = \frac{3}{4}$	$y_2 = \frac{1}{4}$	$y_2 = \frac{1}{4}$
Precios	$p_1 = \frac{3t}{2} - k + c$	$p_D = \frac{3t}{2} - k$	$p_2 = 2t - k + c$
Beneficios	$\pi_{C_1} = \frac{9t}{8} - F_B$	$\pi_D = \frac{3t}{8} - F_D$	$\pi_2 = \frac{1}{8} t$

Fuente: Elaboración propia

Como se comentó anteriormente, es fácil trasladar estos resultados a una situación en la que hubieran sido D y A_2 las empresas que coludan en una nueva empresa C_2 , esto debido a la simetría de las funciones, quedando así una situación como la que se muestra a continuación:

Tabla 3. Resultados para C_2 , B y A_1 .

	Colusión	Sin colusión	
	B	A_1	C_2
Demanda	$y_1 = \frac{1}{4}$	$y_1 = \frac{1}{4}$	$y_2 = \frac{3}{4}$
Precios	$p_B = \frac{3t}{2} - k$	$p_1 = 2t - k + c$	$p_2 = \frac{3t}{2} - k + c$
Beneficios	$\pi_B = \frac{3t}{8} - F_B$	$\pi_1 = \frac{1}{8}t$	$\pi_{C_2} = \frac{9t}{8} - F_D$

Fuente: Elaboración propia

6.2.3. Colusión por parte de los dos aeropuertos con sus correspondientes aerolíneas.

Para esta última parte, Barbot (2009) supone que los dos aeropuertos llegarán a un acuerdo con sus respectivas aerolíneas para llevar a cabo una colusión vertical, en la que el B y A_1 formarán la nueva empresa C_1 mientras que en el otro lado serán D y A_2 quienes conformen la nueva compañía C_2 .

Tal y como se realizó la función de beneficios conjuntos para una sola empresa en el apartado anterior, habrá que hacer lo propio para la otra empresa, de tal modo que:

$$\pi_{C_1} = \pi_1 + \pi_B = (p_1 - c - p_B)y_1 + (k + p_B)y_1 - F_B ; = y_1(k - c + p_1) - F_B \quad (49)$$

$$\pi_{C_2} = \pi_2 + \pi_D = (p_2 - c - p_D)y_2 + (k + p_D)y_2 - F_D ; = y_2(k - c + p_2) - F_D \quad (50)$$

Como se puede observar, al llevar a cabo la colusión vertical entre las correspondientes empresas, desaparecen los precios que los aeropuertos cobraban a las aerolíneas para operar en sus instalaciones (p_B y p_D) y, por otro lado, los ingresos de las empresas dependerán positivamente de k y de los precios que fijen las aerolíneas a sus billetes (p_1 y p_2), mientras que los beneficios serán menores, cuanto mayores sean los costes fijos de los aeropuertos (F_B y F_D).

Resolución por inducción hacia atrás (Colusión por parte de los dos aeropuertos con sus correspondientes aerolíneas)

La resolución de precios y cantidades en este caso será mucho más breve que en los casos vistos anteriormente ya que al desaparecer p_B y p_D , en la última fase, se encontrará una situación en la que C_1 y C_2 compiten en precios, de tal manera que al obtener la función de mejor respuesta de ambos, se puedan hallar los precios a los que cada compañía decidirá vender sus billetes, para posteriormente obtener el resto de variables despejando.

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

Sabiendo que la forma de las demandas es la siguiente:

$$y_1 = \frac{t + p_2 - p_1}{2t} \quad (51)$$

$$y_2 = 1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t} \quad (52)$$

Se podrá sustituir (51) y (52) en (49) y (50) respectivamente, para seguidamente maximizar en función de su correspondiente precio, obteniendo así un sistema de ecuaciones de precios:

$$\pi_{c_1} = \frac{(k - c + p_1)(t + p_2 - p_1)}{2t} - F_B; \frac{\partial \pi_{c_1}}{\partial p_1} = 0; \frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{k - c + p_1}{2t} = 0; \quad (53)$$

$$p_1 = \frac{t - k + c + p_2}{2}$$

$$\pi_{c_2} = (k - c + p_2) \left(1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t}\right) - F_B; \frac{\partial \pi_{c_2}}{\partial p_2} = 0; \quad (54)$$

$$-\frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{k - c + p_2}{2t} + 1 = 0; p_2 = \frac{t - k + c + p_1}{2}$$

Si este sistema se resuelve por el método de sustitución dará como resultado el precio de cada compañía, que dependerán positivamente de t y c , mientras lo harán de forma negativa de k . Cabe destacar que $p_2 = p_1$ dado la simetría de las funciones.

$$p_1 = t - k + c \quad (55)$$

$$p_2 = t - k + c \quad (56)$$

Las ecuaciones (55) y (56) se deberán sustituir en las funciones de demanda para así poder obtener estas, por ejemplo, sustituyendo p_1 y p_2 en y_1 de la siguiente forma:

$$y_1 = \frac{t + p_2 - p_1}{2t}; y_1 = \frac{t + (t - k + c) - (t - k + c)}{2t}; y_1 = \frac{1}{2} \quad (57)$$

Por simetría se obtiene:

$$y_1 = y_2 = \frac{1}{2} \quad (58)$$

Por último, se obtendrán los beneficios de ambas colusiones, para ello se sustituyen las demandas y los precios en las funciones de beneficios correspondientes:

$$\pi_{c_1} = y_1(k - c + p_1) - F_B; \pi_{c_1} = \frac{1}{2}(k - c + (t - k + c)) - F_B; \pi_{c_1} = \frac{t}{2} - F_B \quad (59)$$

$$\pi_{c_2} = y_2(k - c + p_2) - F_D; \pi_{c_2} = \frac{1}{2}(k - c + (t - k + c)) - F_D; \pi_{c_2} = \frac{t}{2} - F_D \quad (60)$$

Siendo los resultados finales los siguientes:

Tabla 4. Resultados para C_2 y C_1 .

	Colusión vertical		Colusión vertical
	C_1		C_2
Demanda	$y_1 = \frac{1}{2}$	=	$y_2 = \frac{1}{2}$
Precios	$p_1 = t - k + c$	=	$p_2 = t - k + c$
Beneficios	$\pi_{C_1} = \frac{t}{2} - F_B$	\neq	$\pi_{C_2} = \frac{t}{2} - F_D$

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver cómo tanto cantidades como precios son idénticas para ambas colusiones, no obstante, los beneficios serán diferentes ya que dependen de los costes fijos de cada compañía.

6.2.4. Conclusiones sobre el modelo

Una vez se tienen todos los resultados, se puede pasar a analizar y comparar caso por caso, para ello se utilizarán los Anexos 1, 2 y 3 con los que se intentarán justificar las conclusiones de Barbot (2009) y ampliar algunas otras.

DEMANDAS:

Hay que tener en cuenta que las demandas de aeropuerto y aerolínea que no coluden coinciden, ya que la demanda de un aeropuerto depende directamente de la demanda de la aerolínea que opera en este aeropuerto.

Primero de todo se puede observar que, para el caso sin colusiones, las demandas son exactamente iguales, la mitad para cada aerolínea, dado que solo existe diferenciación horizontal entre aeropuertos, los individuos estarán indiferentes entre seleccionar un aeropuerto u otro, además al no tener ningún tipo de ventaja en costes al no coludir, ninguna aerolínea tiene ningún tipo de ventaja.

Para el caso 6.2.2, se encuentra que cuando una aerolínea colude con su aeropuerto, tendrá una demanda un 25% mayor que si no coluden, además las empresas del otro lado que no coluden verán como su demanda cae ese mismo 25%.

Para el caso 6.2.3, se puede ver que las demandas vuelven a igualarse al 50% para cada colusión, dado que vuelven a no tener alguna diferencia que les de ventaja respecto a la otra compañía.

PRECIOS:

En el primer caso, se aprecia que el precio será exactamente igual para los dos aeropuertos, al igual que sucede para las aerolíneas, todo esto debido a que ninguno obtiene ventaja al no coludir. Sería interesante recalcar que el precio final que imponen las aerolíneas es mayor que el de los aeropuertos, ya que $4t - k + c > 3t - k$, esto es debido a que las aerolíneas deberán hacer frente al precio que les impongan los aeropuertos por operar en sus instalaciones, considerando esto como un coste que aumenta el precio final del billete.

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

En el caso 6.2.2, el precio que fijan el aeropuerto y la aerolínea que coluden es mayor al que fija el otro aeropuerto, pero menor al que fija la otra aerolínea, esto se debe a que una vez las empresas coluden, consiguen eliminar a través de las negociaciones el precio que imponía el aeropuerto a la aerolínea como consecuencia de operar en sus instalaciones, lo que le permitirá bajar el precio final de los billetes, aumentando de esta manera su demanda como se mencionó anteriormente y como indica Barbot (2009). Resumiendo, la bajada de precios como consecuencia de la eliminación de un coste le permitirá vender más.

Para el caso 6.2.3, los precios se vuelven a igualar, sin embargo, estos son distintos a los del caso 6.2.1 y a priori no se podría comparar ya que en el caso 6.2.3, dichos precios dependen de los costes unitarios, que cuanto mayor sean, mayor será el precio final. Pero si se compara con el caso 6.2.2, se puede ver como $t - k + c < 3t/2 - k + c$, es decir, el precio cuando existe una doble colusión será menor que cuando solo existe una.

BENEFICIOS:

Para el caso 6.2.1, vuelve a suceder lo mismo que con las otras variables, es decir, los beneficios de las aerolíneas son los mismos, esto mismo sucedería con el beneficio de los aeropuertos si no fuese por la existencia de sus costes fijos, que provoca que los beneficios difieran. En un principio los beneficios de los aeropuertos son mayores ya que $1/2 t < 3/2 t$, no obstante, estos aeropuertos tienen unos costes fijos que en caso de que $3/2 t < F$, hará que los aeropuertos tengan pérdidas y por lo tanto menores beneficios que las aerolíneas cuyos beneficios siempre serán positivos ya que $t > 0$.

Si se analiza el caso 6.2.2, se puede ver de nuevo que, si no se tienen en cuenta los costes fijos de los aeropuertos, el beneficio bruto de las empresas que coluden siempre sería mayor que las otras que no lo hacen, tal y como indica Barbot (2009), ya que $9t/8 > 3t/8 > 1/8 t$. Pero de nuevo, si $9t/8 < F$, las empresas que coluden tendrán pérdidas y deberían de volver a operar individualmente.

Por último, si se analizan los beneficios del caso 6.2.3, se puede ver que siempre que en ambos sitios las empresas estén coludiendo, supondrá unos menores beneficios que si ninguna de ellas lo hiciera o que si solamente una de ellas lo hiciera.

Tal y como plantea Barbot (2009), los resultados de los beneficios cuando los aeropuertos deciden coludir se podrían representar como un juego simultaneo a través de un equilibrio de Nash mediante una matriz de pagos (Anexo 2 y 3), teniendo en cuenta que siempre que un aeropuerto y una aerolínea no coludan, el beneficio que se tendrá en cuenta es el conjunto, es decir, $\pi_{NC} = \pi_{B(D)} + \pi_{A_1(A_2)}$. De esta manera será fácil ver que la opción optima sería que ninguna de las dos firmas coluda ya que sus beneficios serán mayores, como indica Barbot (2009) y como se puede ver a continuación:

$$\pi_{NC_1, NC_2}^1 > \pi_{C_1, NC_2}^1 > \pi_{C_1, C_2}^1 = \pi_{NC_1, C_2}^1 \quad (61)$$

Análogamente, para las empresas D y A₂:

$$\pi_{NC_1, NC_2}^2 > \pi_{NC_1, C_2}^2 > \pi_{C_1, C_2}^2 = \pi_{C_1, NC_2}^2 \quad (62)$$

Además, el peor resultado conjunto de todos se conseguiría cuando las dos firmas deciden coludir o cuando una de ellas colude y la otra no.

Ante estos resultados, Barbot (2009) se pregunta, porque si la mejor alternativa para

ambas empresas es no coludir ¿por qué deciden coludir?, para intentar responder esta cuestión, la autora elabora otro modelo distinto a la versión homogénea, suponiendo para ello una diferenciación entre aeropuertos y aerolíneas, utilizando la existencia de aeropuertos primarios y secundarios y de aerolíneas de alto y bajo coste.

7. Discusión del modelo

Una de las principales críticas que se pueden arrojar sobre este modelo sin tener en cuenta la cuestionabilidad de muchos de los supuestos en los que se basa, es que solo considera que en los aeropuertos únicamente interviene una sola aerolínea, cosa que no suele suceder en la mayoría de los aeropuertos del mundo, por ejemplo, en España en un total de 48 Aeropuertos controlados por AENA, existe una gran diversidad de aerolíneas que operan en cada uno de estos aeropuertos (AENA, 2019).

A modo de ampliación del modelo 6.2.2, se procederá a realizar un análisis de la competencia en el mercado de las aerolíneas donde solo existe para los consumidores la posibilidad de escoger un aeropuerto, decidiendo únicamente que aerolínea escogerán, donde la situación será similar a la vista en el apartado 6.2.2, una situación de colusión entre el aeropuerto y una aerolínea “líder” existiendo la competencia de una aerolínea “seguidora”. Las situaciones que se compararán harán referencia al modelo de duopolio de Bertrand frente a un modelo de competencia duopolista de Stackelberg.

Los beneficios de la aerolínea líder será igual que los vistos en el apartado 6.2.2, es decir, una suma de los beneficios de la aerolínea y del aeropuerto, mientras que los beneficios de la seguidora se supondrá que siguen siendo los de una aerolínea que no colude.

Hay que matizar que en este caso D no estaría presente, tan solo existiría el aeropuerto B que se fusiona con la aerolínea líder, es decir, se sigue partiendo de la condición de Hotelling, pero en este caso A_1 representa a la aerolínea líder mientras que A_2 representa a la seguidora. Se trata de un supuesto simplificador.

A la hora de resolver el problema de competencia duopolística de Stackelberg, serán los precios la variable de decisión por parte de las empresas.

De esta manera, el primer paso será maximizar los beneficios de la seguidora en función de su precio, una vez se tenga este resultado, se obtendrá la función de respuesta de la aerolínea seguidora:

$$p_2(t, c, p_B, p_1) = \frac{t + c + p_B + p_1}{2} \quad (63)$$

Sustituyendo (63) en la función de beneficios de C_1 (33) y maximizando en función de p_1 , se obtiene:

$$\pi_{C_1} = \frac{(k - c + p_1) \left(\frac{t + c + p_B + p_1}{2} + t - p_1 \right)}{2t} - F_B; \quad p_1(t, c, p_B, k) = \frac{3t - k + 2c + p_B}{2} \quad (64)$$

Por último, sustituyendo (64) en (63), se obtienen que ambos precios son:

$$p_1 = \frac{3t - k + 2c + p_B}{2} \quad (65)$$

$$p_2 = \frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4} \quad (66)$$

Y si estos precios se sustituyen en las funciones de demanda respectivas:

$$y_{C_1} = \frac{3t + c + p_B}{4t} \quad (67)$$

$$y_2 = \frac{t - c - p_B}{4t} \quad (68)$$

Y con esto se puede obtener los beneficios de C_1 y de la aerolínea seguidora en función del precio que la seguidora debería pagar al aeropuerto (p_B):

$$\pi_{C_1} = \frac{9t^2 + (3k + 3c + 6p_B - 8F_B)t + (c + p_B)k + p_B c + p_B^2}{8t} \quad (69)$$

$$\pi_2 = \frac{25t^2 + (-10k - 10p_B)t + k^2 + 2p_B k + p_B^2}{32t} \quad (70)$$

Esta situación se puede comparar con otra en la que las dos aerolíneas de un aeropuerto establezcan un duopolio sin que ninguna de ellas coluda con dicho aeropuerto llevándolas a competir en una situación de duopolio de Bertrand (Anexo 4).

Estos resultados muestran que, en un duopolio de Bertrand tanto las demandas como los precios serían las mismas para ambas aerolíneas, lo que las llevaría a tener unos mismos beneficios que comparándolos con la situación de líder-seguidora, se puede ver como la cantidad de la empresa líder es mayor que la de la seguidora, esto mismo ocurre con el precio que ofrecerá la líder con respecto a la seguidora. Por otra parte, para comparar los beneficios sería necesario dar valores a los parámetros en caso de líder-seguidora. Hay que destacar que los resultados en términos de cantidades y beneficios en un duopolio de Bertrand coinciden con los resultados del caso 6.2.3 cuando ningún aeropuerto colude con su respectiva aerolínea. Es importante destacar la relevancia que en el caso de una líder-seguidora adquiere el precio que paga la seguidora por operar en el aeropuerto que colude con la líder (p_B), ya que cuanto mayor sea este precio, mayor será el ingreso de la líder fusionada con el aeropuerto y mayores serán los costes de la seguidora.

8. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha intentado demostrar cuando interesa que un aeropuerto y una aerolínea coludan, apoyándose para eso en trabajos académicos, la réplica de un modelo y la elaboración propia de un caso particular de dicho modelo en el mercado de las aerolíneas dentro de un aeropuerto, de todo esto se puede sacar las siguientes conclusiones.

Los artículos académicos estudiados, arrojan una clara evidencia de que estas prácticas de colusión pueden acarrear ciertas desventajas a los aeropuertos, por ejemplo, Albers et al (2005) defienden que aquellos aeropuertos que coluden con aerolíneas, permitiendo que estas tengan gran influencia en las decisiones tomadas, puede suponer que las aerolíneas solo busquen su propio beneficio, siendo totalmente indiferentes a lo que le pase al aeropuerto y al bienestar social.

Los artículos también arrojan evidencia sobre una creciente tendencia a realizar este tipo de colusiones verticales entre aeropuertos y aerolíneas para poder tener la opción de expandir sus mercados y aprovechar así un contexto de globalización e internacionalización, donde los ingresos provenientes de la explotación comercial de las instalaciones han ido adquiriendo una mayor relevancia, como argumenta Doganis (1992).

Otra conclusión importante que se puede extraer de los trabajos repasados previamente

es que los supuestos bajo los que se desarrollan los modelos son de suma importancia ya que, dependiendo de estos, los resultados varían en gran medida. Otra idea en la que la mayoría de los autores mencionados anteriormente coinciden es en el caso de que se presente un oligopolio en el mercado de aerolíneas y se lleve a cabo una colusión vertical entre el aeropuerto y una de estas aerolíneas, llevando esto a una degradación de la competencia que repercutirá de forma negativa entre el resto de las competidoras.

Por último, los artículos muestran que la salud de estas alianzas verticales a largo plazo depende en gran medida del tipo de acuerdo y cláusulas que sustenten la colusión.

Por otra parte, en cuanto al modelo desarrollado se pueden extraer las siguientes conclusiones. Primero de todo en cuanto a las demandas, se aprecia que, si se produce la doble colusión o si ninguna de ellas colude, la demanda será la mitad para cada aeropuerto y aerolínea, no obstante, si solo un aeropuerto y una empresa coluden, su demanda aumentará considerablemente haciendo que el de su competencia baje, tal y como indica Barbot (2009), todo esto como consecuencia del proceso de fijación de precios que se ha analizado anteriormente. Para los beneficios de los aeropuertos se cuentan una serie de costes fijos que hacen que dichos beneficios difieran entre los aeropuertos en todos los casos, no obstante, se aprecia como los beneficios de las aerolíneas cuando una de ellas colude será mayor que la que no colude, como señala Barbot (2009). Por todo esto, como se demostró anteriormente, el equilibrio de Nash en este caso simétrico se conseguirá cuando ninguna empresa coluda, es decir, bajo los supuestos planteados y el desarrollo realizado, lo globalmente óptimo para todas las empresas sería rechazar la colusión, no obstante, tal y como propone Barbot (2009), sería interesante evaluar otro modelo que encontrase diferenciación en los aeropuertos y las aerolíneas.

Para terminar, en cuanto a la modelización del caso particular que se ha llevado a cabo en el apartado 7, se puede ver que en una situación en la que un aeropuerto colude con una empresa líder mientras que con la seguidora no, el precio que paga dicha seguidora a la fusión aeropuerto-aerolínea líder (p_B) cobra un sentido muy importante, ya que a medida que este aumenta, las cantidades que la aerolínea seguidora saca al mercado van a ser menores, llevándola a tener unos ingresos menores, es decir, este precio beneficiará a la empresa líder y al aeropuerto, mientras que repercutirá de forma negativa en la seguidora.

9. Anexos

Anexo 1. Tabla resumen de los resultados.

	Caso A: Versión Homogénea				Caso B: Colusión por parte de un aeropuerto y su aerolínea			Caso C: Colusión por parte de los dos aeropuertos con sus correspondientes aerolíneas	
	B	D	A₁	A₂	C₁	D	A₂	C₁	C₂
Demanda	$y_B = \frac{1}{2}$	$y_D = \frac{1}{2}$	$y_1 = \frac{1}{2}$	$y_2 = \frac{1}{2}$	$y_1 = \frac{3}{4}$	$y_2 = \frac{1}{4}$	$y_2 = \frac{1}{4}$	$y_1 = \frac{1}{2}$	$y_2 = \frac{1}{2}$
Precios	$p_B = 3t - k$	$p_D = 3t - k$	$p_1 = 4t - k + c$	$p_2 = 4t - k + c$	$p_1 = \frac{3t}{2} - k + c$	$p_D = \frac{3t}{2} - k$	$p_2 = 2t - k + c$	$p_1 = t - k + c$	$p_2 = t - k + c$
Beneficios	$\pi_B = \frac{3}{2}t - F_B$	$\pi_D = \frac{3}{2}t - F_D$	$\pi_1 = \frac{1}{2}t$	$\pi_2 = \frac{1}{2}t$	$\pi_{C_1} = \frac{9t}{8} - F_B$	$\pi_D = \frac{3t}{8} - F_D$	$\pi_2 = \frac{1}{8}t$	$\pi_{C_1} = \frac{t}{2} - F_B$	$\pi_{C_2} = \frac{t}{2} - F_D$

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Matriz de pagos para un juego simultaneo.

		C₂	
		Colude	No colude
C₁	Colude	$\pi_{C_1} = \frac{1}{2}t - F_B,$ $\pi_{C_2} = \frac{1}{2}t - F_D$	$\pi_{C_1} = \frac{9}{8}t - F_B,$ $\pi_D = \frac{1}{2}t - F_D$
	No colude	$\pi_B = \frac{1}{2}t - F_B,$ $\pi_{C_2} = \frac{9}{8}t - F_D$	$\pi_{NC1} = 2t - F_B,$ $\pi_{NC2} = 2t - F_D$

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Equilibrio de Nash.

		C₂	
		Colude	No colude
C₁	Colude	$\pi_{C_1,C_2}^1, \pi_{C_1,C_2}^2$	$\pi_{C_1,NC_2}^1, \pi_{C_1,NC_2}^2$
	No colude	$\pi_{NC_1,C_2}^1, \pi_{NC_1,C_2}^2$	$\pi_{NC_1,NC_2}^1, \pi_{NC_1,NC_2}^2$

Fuente: Elaboración propia.

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

Anexo 4. Comparación de los resultados entre un duopolio y un modelo de duopolio líder-seguidora.

	Líder-seguidora	Duopolio de Bertrand
Demanda	$y_{C_1} = \frac{3t + c + p_B}{4t};$ $y_2 = \frac{t - c - p_B}{4t}$	$y_1 = \frac{1}{2};$ $y_2 = \frac{1}{2}$
Precios	$p_1 = \frac{3t - k + 2c + p_B}{2};$ $p_2 = \frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4}$	$p_1 = t + c + p_B;$ $p_2 = t + c + p_B$
Beneficios	$\pi_{C_1} = \frac{9t^2 + (3k + 3c + 6p_B - 8F_B)t + (c + p_B)k + p_Bc + p_B^2}{8t},$ $\pi_2 = \frac{25t^2 + (-10k - 10p_B)t + k^2 + 2p_Bk + p_B^2}{32t}$	$\pi_1 = \frac{t}{2};$ $\pi_2 = \frac{t}{2}$

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Desarrollo en maxima del apartado 6

```
-->#Caso 6.2.1

    • Condición de Hotelling
-->p[1]+t*x=p[2]+t*(1-x);
-->solve([p[1]+t*x=p[2]+t*(1-x)], [x]);

    • Función de demanda A1
-->y[1]=(p[2]-p[1]+t)/(2*t);

    • Función de beneficios A1
-->pi[1]=(p[1]-c-p[B])*(p[2]-p[1]+t)/(2*t);
-->ratsimp(pi[1]=(p[1]-c-p[B])*(p[2]-p[1]+t)/(2*t));

    • Maximización de beneficios A1
-->diff(pi[1]=-(c+p[B]-p[1])*t+(p[2]-p[1])*c+(p[2]-
p[1])*p[B]-p[1]*p[2]+p[1]^2)/(2*t), p[1], 1);
-->(t+c+p[B]+p[2]-2*p[1])/(2*t)=0;
-->solve([(t+c+p[B]+p[2]-2*p[1])/(2*t)=0], [p[1]]);
-->p[2]=(t+p[1]+c+p[D])/2;

    • Resolución por sustitución del sistema de ecuaciones
-->linsolve([p[1]=(t+p[2]+c+p[B])/2, p[2]=(t+p[1]+c+p[D])/2],
[p[1],p[2]]);

    • Funciones de precios
-->p[1]=(3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3;
-->p[2]=(3*t+3*c+2*p[D]+p[B])/3;
-->y[1]=(t+((3*t+3*c+2*p[D]+p[B])/3)-
((3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3))/(2*t);
-->ratsimp(y[1]=(3*t+3*c+2*p[D]+p[B])/3-
(3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3+t)/(2*t));
```

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

- Maximización de beneficios de B

```
-->pi[B]=((3*t+p[D]-p[B])/(6*t))*(p[B]+k)-F[B];  
-->diff(pi[B]=((k+p[B])*(3*t+p[D]-p[B]))/(6*t)-F[B],p[B],1);  
-->solve(0=(3*t+p[D]-p[B])/(6*t)-(k+p[B])/(6*t),[p[B]]);
```

- Precio de B

```
-->p[B]=(3*t-k+p[B])/2;  
-->solve(p[B]=(3*t-k+p[B])/2,[p[B]]);  
-->y[2]=1-(t+((3*t+3*c+2*p[D]+p[B])/3)-  
( (3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3 ))/(2*t);  
-->ratsimp(y[2]=1-  
( (3*t+3*c+2*p[D]+p[B])/3-(3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3+t)/(2*t));
```

- Maximización de beneficios de D

```
-->pi[D]=((3*t-p[D]+p[B])/(6*t))*(p[D]+k)-F[D];  
-->diff(pi[D]=((3*t-p[D]+p[B])/(6*t))*(p[D]+k)-F[D],p[D],1);  
-->solve(0=(3*t-p[D]+p[B])/(6*t)-(k+p[D])/(6*t),[p[D]]);
```

- Precio de D

```
-->p[D]=(3*t-k+p[D])/2;  
-->solve(p[D]=(3*t-k+p[D])/2,[p[D]]);  
-->p[1]=(3*t+3*c+p[D]+2*p[B])/3;  
-->p[1]=(3*t+3*c+(3*t-k)+2*(3*t-k))/3;  
-->solve(p[1]=(2*(3*t-k)+6*t-k+3*c)/3,[p[1]]);
```

- Beneficios A1

```
-->y[1]=(t+p[2]-p[1])/(2*t);  
-->y[1]=(t+(4*t-k+c)-(4*t-k+c))/(2*t);  
-->pi[1]=((-c-p[B]+p[1])*(t+p[2]-p[1]))/(2*t);  
-->[pi[1]=((-c-(3*t-k)+(4*t-k+c))*(t+(4*t-k+c)-(4*t-  
k+c)))/(2*t)];
```

```

    • Beneficios B
-->pi[D]=((k+p[D])*(3*t-p[D]+p[B]))/(6*t)-F[D];
-->pi[D]=((k+(3*t-k))*(3*t-(3*t-k)+(3*t-k)))/(6*t)-F[D];
-->-----
-->#Caso 6.2.2
    • Beneficios A2
-->pi[2]=(p[2]-c-p[D])*(1-(p[2]-p[1]+t)/(2*t));
-->ratsimp(pi[2]=(p[2]-c-p[D])*(1-(p[2]-p[1]+t)/(2*t)));
    • Maximización de beneficios de A2
-->diff(pi[2]=-(c+p[D]-p[2])*t+(p[1]-p[2])*c+(p[1]-
p[2])*p[D]+p[2]^2-p[1]*p[2])/(2*t),p[2],1);
-->solve([0=(t+c+p[D]-2*p[2]+p[1])/(2*t)], [p[2]]);
    • Beneficios C1
-->pi[C[1]]=(p[1]+k-c)*y[1]-F[B];
-->pi[C[1]]=(p[1]+k-c)*((t+p[2]-p[1])/(2*t))-F[B];
    • Maximización beneficios C1
-->diff(pi[C[1]]=(p[1]+k-c)*((t+p[2]-p[1])/(2*t))-
F[B],p[1],1);
-->solve(0=(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(k-c+p[1])/(2*t), [p[1]]);
    • Resolución sistema de ecuaciones por sustitución
-->linsolve([p[1]=(t-
k+c+p[2])/2,p[2]=(t+c+p[D]+p[1])/2],[p[1],p[2]]);
-->p[1]=(3*t-2*k+3*c+p[D])/3;
-->y[C[1]]=(t+p[2]-p[1])/(2*t);
-->y[C[1]]=(t+((3*t-k+3*c+2*p[D])/3)-((3*t-
2*k+3*c+p[D])/3))/(2*t);

```

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

```
-->ratsimp(y[C[1]]=(t+((3*t-k+3*c+2*p[D])/3)-((3*t-2*k+3*c+p[D])/3))/(2*t));
```

- Precio de A2

```
-->p[2]=(3*t-k+3*c+2*p[D])/3;
```

- Demanda A2

```
-->y[2]=1-(t+p[2]-p[1])/(2*t);
```

```
-->y[2]=1-(t+((3*t-k+3*c+2*p[D])/3)-((3*t-2*k+3*c+p[D])/3))/(2*t);
```

```
-->ratsimp(y[2]=1-(t+((3*t-k+3*c+2*p[D])/3)-((3*t-2*k+3*c+p[D])/3))/(2*t));
```

- Beneficios D

```
-->pi[D]=((k+p[D])*((3*t-k-p[D])/(6*t))-F[D]);
```

- Maximización de beneficios de D

```
-->diff(pi[D]=((k+p[D])*((3*t-k-p[D])/(6*t))-F[D]),p[D],1);
```

```
-->solve(0=(3*t-k-p[D])/(6*t)-(k+p[D])/(6*t),p[D]);
```

- Precio de D

```
-->p[D]=(3/2)*t-k;
```

- Precio de C1 y A2 y sus demandas

```
-->p[1]=(3*t-2*k+3*c+((3*t)/2-k))/3;
```

```
-->ratsimp(p[1]=((9*t)/2-3*k+3*c)/3);
```

```
-->p[1]=(3/2)*t-k+c;
```

```
-->p[2]=(3*t-k+3*c+2*p[D])/3;
```

```
-->p[2]=(3*t-k+3*c+2*((3*t)/2-k))/3;
```

```
-->ratsimp(p[2]=(2*((3*t)/2-k)+3*t-k+3*c)/3);
```

```
-->y[1]=(t+p[2]-p[1])/(2*t);
```

```
-->y[1]=(t+(2*t-k+c)-((3*t)/2-k+c))/(2*t);
```

```
-->y[2]=1-(t+p[2]-p[1])/(2*t);
```

```

-->y[2]=1-(t+(2*t-k+c)-((3*t)/2-k+c))/(2*t);

    • Beneficios de C1
-->pi[C[1]]=y[1]*(k-c+p[1])-F[B];
-->pi[C[1]]=(3/4)*(k-c+((3*t)/2-k+c))-F[B];

    • Beneficios de A2
-->pi[2]=(-c-((3*t)/2-k)+(2*t-k+c))*(1/4);
-->pi[2]=(1/8)*t;

    • Beneficios de D
-->pi[D]=((k+p[D])*(3*t-k-p[D]))/(6*t)-F[D];
-->pi[D]=((k+((3*t)/2-k))*(3*t-k-((3*t)/2-k)))/(6*t)-F[D];
-->-----

-->#Caso 6.2.3

    • Beneficios de C1 y C2
-->pi[C[1]]=(p[1]+k-c)*y[1]-F[B];
-->pi[C[2]]=(p[2]+k-c)*y[2]-F[B];
-->y[C[1]]=(t+p[2]-p[1])/(2*t);
-->y[C[2]]=1-(t+p[2]-p[1])/(2*t);
-->pi[C[1]]=((t+p[2]-p[1])/(2*t))*(k-c+p[1])-F[B];

    • Maximización de beneficios
-->diff(pi[C[1]]=((t+p[2]-p[1])/(2*t))*(k-c+p[1])-
F[B],p[1],1);
-->solve(0=(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(k-c+p[1])/(2*t),[p[1]]);
-->pi[C[2]]=(p[2]+k-c)*y[2]-F[B];
-->pi[C[2]]=(p[2]+k-c)*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t))-F[B];
-->diff(pi[C[2]]=(k-c+p[2])*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t))-
F[B],p[2],1);

```

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

```
-->solve(0=-(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(k-c+p[2])/(2*t)+1,[p[2]]);  
-->linsolve([p[1]=(t-k+c+p[2])/2,p[2]=(t-  
k+c+p[1])/2],[p[1],p[2]]);
```

- Precios, demandas y beneficios

```
-->p[1]=t-k+c;
```

```
-->p[2]=t-k+c;
```

```
-->pi[C[1]]=y[1]*(k-c+p[1])-F[B];
```

```
-->y[C[1]]=(t+(t-k+c)-(t-k+c))/(2*t);
```

```
-->y[C[2]]=1/2;
```

```
-->pi[C[1]]=(1/2)*(k-c+(t-k+c))-F[B];
```

Anexo 6. Desarrollo en maxima de apartado 7

-->#Duopolio lider(colude con el aeropuerto)-seguidora

-->pi[2]=(-c-p[B]+p[2])*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t));

$$\pi_2 = (-c - p_B + p_2) \left(1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t}\right)$$

-->diff(pi[2]=(-c-p[B]+p[2])*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t)),p[2]);

$$0 = -\frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{-c - p_B + p_2}{2t} + 1$$

-->solve([0=-(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(-c-p[B]+p[2])/(2*t)+1],[p[2]]);

$$p_2 = \frac{t + c + p_B + p_1}{2}$$

-->pi[C[1]]=(p[1]+k-c)*((t+((t+c+p[B]+p[1])/2)-p[1])/(2*t))-F[B];

$$\pi_{C_1} = \frac{(k - c + p_1) \left(\frac{t + c + p_B + p_1}{2} + t - p_1\right)}{2t} - F_B$$

-->diff(pi[C[1]]=

((k-c+p[1])*(t+c+p[B]+p[1])/2+t-p[1])/(2*t)-F[B],p[1]);

$$0 = \frac{\frac{t + c + p_B + p_1}{2} + t - p_1}{2t} - \frac{k - c + p_1}{4t}$$

-->solve([0=((t+c+p[B]+p[1])/2+t-p[1])/(2*t)-(k-c+p[1])/(4*t)], [p[1]]);

$$p_1 = \frac{3t - k + 2c + p_B}{2}$$

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

$$\rightarrow p[2] = (t + c + p[B] + ((3*t - k + 2*c + p[B]) / 2)) / 2;$$

$$p_2 = \frac{\frac{3t - k + 2c + p_B}{2} + t + c + p_B}{2}$$

$$\rightarrow \text{ratsimp}(p[2] = ((3*t - k + 2*c + p[B]) / 2 + t + c + p[B]) / 2);$$

$$p_2 = \frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4}$$

$$\rightarrow y[C[1]] = (t + ((5*t - k + 4*c + 3*p[B]) / 4) - ((3*t - k + 2*c + p[B]) / 2) / 2) / (2*t);$$

$$y_{C_1} = \frac{\frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4} - \frac{3t - k + 2c + p_B}{4} + t}{2t}$$

$$\rightarrow \text{ratsimp}(y[C[1]] = ((5*t - k + 4*c + 3*p[B]) / 4) - ((3*t - k + 2*c + p[B]) / 4 + t) / (2*t));$$

$$y_{C_1} = \frac{10t^2 + (-2k + 8c + 6p_B - 7)t + k - 2c - p_B}{8t}$$

$$\rightarrow \text{ratsimp}(y[2] = 1 - ((3*t + c + p[B]) / (4*t)));$$

$$y_2 = \frac{t - c - p_B}{4t}$$

$$\rightarrow (3*t + c + p[B]) / (4*t) = (t - c - p[B]) / (4*t);$$

$$\frac{3t + c + p_B}{4t} = \frac{t - c - p_B}{4t}$$

$$\rightarrow \pi[2] = (-c - p[B] + ((5*t - k + 4*c + 3*p[B]) / 4)) * (1 - (t + ((5*t - k + 4*c + 3*p[B]) / 4) - ((3*t - k + 2*c + p[B]) / 2)) / (2*t));$$

$$\pi_2 = \left(\frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4} - c - p_B \right) \left(1 - \frac{\frac{5t - k + 4c + 3p_B}{4} - \frac{3t - k + 2c + p_B}{2} + t}{2t} \right)$$

```
-->ratsimp(pi[2]=((5*t-k+4*c+3*p[B])/4-c-p[B])*(1-((5*t-k+4*c+3*p[B])/4-(3*t-k+2*c+p[B])/2+t)/(2*t)));
```

$$\pi_2 = \frac{25t^2 + (-10k - 10p_B)t + k^2 + 2p_Bk + p_B^2}{32t}$$

```
-->pi[C[1]]=(k-c+((3*t-k+2*c+p[B])/2))*((3*t+c+p[B])/(4*t))-F[B];
```

$$\pi_{C_1} = \frac{(3t + c + p_B)\left(\frac{3t - k + 2c + p_B}{2} + k - c\right)}{4t} - F_B$$

```
-->ratsimp(pi[C[1]]=((3*t+c+p[B])*((3*t-k+2*c+p[B])/2+k-c))/(4*t)-F[B]);
```

$$\pi_{C_1} = \frac{9t^2 + (3k + 3c + 6p_B - 8F_B)t + (c + p_B)k + p_Bc + p_B^2}{8t}$$

-->-----

```
-->#Duopolio sin colusión(Bertrand)
```

```
-->pi[1]=(-c-p[B]+p[1])*((t+p[2]-p[1])/(2*t));
```

$$\pi_1 = \frac{(-c - p_B + p_1)(t + p_2 - p_1)}{2t}$$

```
-->pi[2]=(-c-p[B]+p[2])*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t))
```

$$\pi_2 = (-c - p_B + p_2)\left(1 - \frac{t + p_2 - p_1}{2t}\right)$$

```
-->diff(pi[2]=(-c-p[B]+p[2])*(1-(t+p[2]-p[1])/(2*t)),p[2]);
```

$$0 = -\frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{-c - p_B + p_2}{2t} + 1$$

```
-->solve([0=-(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(-c-p[B]+p[2])/(2*t)+1],[p[2]]);
```

ESTUDIO DE DUOPOLIO EN EL MERCADO AERONAUTICO

$$p_2 = \frac{t + c + p_B + p_1}{2}$$

-->pi [1]=((-c-p[B]+p[1])*(t+p[2]-p[1]))/(2*t);

$$\pi_1 = \frac{(-c - p_B + p_1)(t + p_2 - p_1)}{2t}$$

-->diff(pi [1]=((-c-p[B]+p[1])*(t+p[2]-p[1]))/(2*t),p[1]);

$$0 = \frac{t + p_2 - p_1}{2t} - \frac{-c - p_B + p_1}{2t}$$

-->solve([0=(t+p[2]-p[1])/(2*t)-(-c-p[B]+p[1])/(2*t)], [p[1]]);

$$p_1 = \frac{t + c + p_B + p_2}{2}$$

-->linsolve([p[1]=(t+c+p[B]+p[2])/2,p[2]=(t+c+p[B]+p[1])/2],[p[1],p[2]]);

$$p_1 = t + c + p_B, p_2 = t + c + p_B$$

-->y[1]=((t+c+p[B])-(t+c+p[B])+t)/(2*t);

$$y_1 = \frac{1}{2}$$

-->y[2]=1-1/2;

$$y_2 = \frac{1}{2}$$

-->pi [1]=((-c-p[B]+p[1])*(t+p[2]-p[1]))/(2*t);

$$\pi_1 = \frac{(-c - p_B + p_1)(t + p_2 - p_1)}{2t}$$

-->ratsimp(pi [1]=((t+c+p[B]+(t+c+p[B]))/2-c-p[B])/2);

$$\pi_1 = \frac{t}{2}$$

$$\pi_2 = (-c - p[B] + (t + c + p[B])) * (1 - (t + (t + c + p[B]) - (t + c + p[B]))) / (2 * t);$$

$$\pi_2 = \frac{t}{2}$$

10. Bibliografía

Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA). 2019.

[Consulta: 26 julio 2019]. Disponible en:

<http://www.aena.es/csee/Satellite?c=Page&cid=1113582476711&pagename=Estadisticas%2FEstadisticas>

<http://www.aena.es/es/aerolineas/listado-companias-aereas.htm>

<http://www.aena.es/es/corporativa/historia-aena.html>

Albers, S., Koch, B., & Ruff, C. (2005). Strategic alliances between airlines and airports— theoretical assessment and practical evidence. *Journal of Air Transport Management*, 11(2), 49-58.

Barbot, C. (2009). Airport and airlines competition: Incentives for vertical collusion. *Transportation Research Part B: Methodological*, 43(10), 952-965.

Barbot, C. (2011). Vertical contracts between airports and airlines is there a trade-off between welfare and competitiveness? *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 45(2), 277-302.

Basso, L. J., & Zhang, A. (2007). Congestible facility rivalry in vertical structures. *Journal of Urban Economics*, 61(2), 218-237.

Czerny, A. I. (2006). Price-cap regulation of airports: single-till versus dual-till. *Journal of Regulatory Economics*, 30(1), 85-97.

D'Alfonso, T., & Nastasi, A. (2012). Vertical relations in the air transport industry: a facility-rivalry game. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(5), 993-1008.

De Borger, B., & Van Dender, K. (2006). Prices, capacities and service levels in a congestible Bertrand duopoly. *Journal of Urban Economics*, 60(2), 264-283.

Doganis, R., 1992. *The Airport Business*. Routledge, London.

Fu, X., & Zhang, A. (2010). Effects of airport concession revenue sharing on airline competition and social welfare. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 44(2), 119-138.

Gibbons, R. (1992). *Game theory for applied economists*. Princeton University Press.

Gibbons, R. (1993). *Un primer curso de teoría de juegos*. Antoni Bosch Editor.

Oum, T. H., Park, J. H., Kim, K., & Yu, C. (2004). The effect of horizontal alliances on firm productivity and profitability: evidence from the global airline industry. *Journal of Business Research*, 57(8), 844-853.

Real Academia Española (RAE). [Consulta: 30 julio 2019]. Disponible en:

<https://dle.rae.es/?id=EGfXRMf>

Rittenberg, L., & Tregarthen, T. (2011). *Principles of economics*.

Tumaev, A. S. T. (2010). Sinergias y fusiones de empresas: el factor humano. *Perspectivas*, (25), 169-190.

Wiltshire, J. (2018). Airport competition: Reality or myth?. *Journal of Air Transport Management*, 67, 241-248.

Yang, H., & Zhang, A. (2011). Price-cap regulation of congested airports. *Journal of Regulatory Economics*, 39(3), 293-312.

Yang, H., Zhang, A., & Fu, X. (2015). Determinants of airport–airline vertical arrangements: analytical results and empirical evidence. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 49(3), 438-453.

Zhang, A., & Zhang, Y. (2006). Airport capacity and congestion when carriers have market power. *Journal of urban Economics*, 60(2), 229-247.

Zhang, A., Fu, X., & Yang, H. G. (2010). Revenue sharing with multiple airlines and airports. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(8-9), 944-959.