INSTITUTO DE ECONOMÍA

TESIS de MAGÍSTER

2015

Comportamientos Colusivos Según Grado de Complementariedad Entre Bienes

Rosario del Río D.

www.economia.puc.cl

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA

TESIS DE GRADO
MAGISTER EN ECONOMIA

Del Río Domeyko, Rosario

Diciembre, 2015

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
INSTITUTO DE ECONOMIA
MAGISTER EN ECONOMIA

“COMPORTAMIENTOS COLUSIVOS SEGÚN GRADO DE COMPLEMENTARIEDAD ENTRE BIENES”

Rosario del Río Domeyko

Comisión:

Juan Pablo Montero

Eugenio Bobenrieth

Santiago, Diciembre de 2015

Abstract

This paper analyzes how the degree of complementarity between two goods can affect the pricing and cartel stability decisions of two firms. With the aim of exemplifying scenarios of substitute and complementary goods, we rely on the space distribution of the gas stations on the Panamerican highway in Chile, and it can be shown that when the transport costs incurred by the consumer to arrive to a gas station are lower, the probability of seeing a collusive behavior in the end regions of the country will increase, and inversely if these costs are high. In order to detect these behaviors, a mechanism is developed to verify how firms pricing react to a positive shock in the marginal cost, and it is shown that if goods are substitutes, the colluding firms show a low reaction in relation to a competitive scenario. The opposite case is given for complementary goods, where prices of colluded firms react with greater magnitude than the firms that are competing.

Comportamientos Colusivos según Grado de Complementariedad entre Bienes

Rosario del Río*
Pontificia Universidad Católica de Chile

4 de Diciembre 2015

Abstract

El siguiente trabajo analiza cómo el grado de complementariedad entre bienes puede afectar en las decisiones de precios y la estabilidad de un cartel entre dos firmas. Basado en la distribución espacial de las bombas de bencina de la Carretera Panamericana de Chile, para aterrizar escenarios de bienes sustitutos y complementarios, se demuestra que, mientras menor sea el costo de transporte incurrido por el consumidor en llegar a una estación de servicio, será más probable ver comportamientos colusivos en las zonas extremas del país, y al contrario si este costo es alto. Con el fin de detectar estos comportamientos, se desarrolla un mecanismo para ir constatando cómo reaccionan los precios ante un shock positivo en el costo marginal de las firmas, donde para el caso de bienes sustitutos, las firmas coludidas manifiestan una baja respuesta relativa a un escenario competitivo. El caso contrario se da para bienes complementarios, donde los precios de las firmas coludidas reaccionan con mayor magnitud que las firmas que compiten.

*Agradezco a mi comisión de tesis compuesta por Juan Pablo Montero y Eugenio Bobenrieth por sus comentarios y ayuda otorgada durante todo este proceso. También, quisiera hacer un especial agradecimiento al profesor Nicolás Figueroa quien me otorgó un apoyo y ayuda fundamentales para el desarrollo de este trabajo, además de su incondicional disponibilidad. Todos los errores presentes en este trabajo son de mi exclusiva responsabilidad (Email: rdelrio1@uc.cl).

Índice

1. Introducción

La colusión en Chile se ha convertido en materia de interés nacional en el último tiempo. Episodios ya conocidos, como los casos “Farmacias”, “Pollos” o recientemente “Papel Tissue”, son prueba de que, lejos de estar únicamente en los libros de economía, los casos colusivos están presentes en el mundo real, generando nocivas consecuencias para la economía en su conjunto. De ahí la importancia de re-estudiar estos temas, así como también proponer soluciones para que casos como los ya conocidos no vuelvan a suceder en el futuro.

La palabra colusión conlleva generalmente a pensar en dos o más empresas que venden productos homogéneos y se coordinan para ganar poder de mercado, eliminando la competencia existente entre ellas, para así obtener mayores ganancias gracias al poder monopólico que logran ejercer bajo este acuerdo. Como consecuencia, los consumidores se ven perjudicados por esta alza en los precios, pasando de un escenario en que enfrentan un precio competitivo a un escenario con un precio más elevado, que se asemeja al resultante de un contexto monopólico, teniendo como efecto tanto una reducción en su bienestar como también de su ingreso real. Según esto, tendemos a pensar en dos bienes que son sustitutos entre sí, por lo que al consumidor le es indiferente cuál comprar, y por lo tanto elegirá el que tenga un menor precio.

Sin embargo, tal como lo estudia Rey y Tirole (2013), también parece interesante analizar cómo se comportan dos firmas coludidas que venden bienes complementarios entre sí desde el punto de vista del consumidor, es decir, donde los agentes deben consumir los bienes ofrecidos por las dos firmas para satisfacer su necesidad. Podemos pensar, *a priori*, que este comportamiento podría ser muy diferente al caso de productos sustitutos, ya que hay otros factores que entran en juego, como por ejemplo el conocido efecto *doble marginalización*,[1] que ocurre al cambiar el precio de un bien que tiene un complemento. Esto haría que, a pesar de que las utilidades monopólicas de una firma fueran mayores que las de un escenario de competencia, los precios colusivos resultaran menores a que si las firmas estuvieran compitiendo en precios. Es por esto que, como veremos más adelante, tanto el equilibrio como los incentivos a coludirse y los comportamientos bajo este escenario, serán muy diferentes.

Para hacer esta comparación, resulta útil pensar en el contexto de las bombas de bencina ubicadas en la Carretera Panamericana de Chile (Ruta 5). Si nos situamos en los sectores más extremos del país, podemos notar que las bombas de bencina se van haciendo cada vez más escasas. Esto llega al punto de que para realizar un viaje hacia alguno de los extremos del país, es necesario pasar por todas las bombas que se presenten en el camino, ya que de los contrario

[1] Al cambiar el precio de un bien no sólo se ve afectado el margen de la firma que lo cambia, sino también el de la firma que vende un bien complementario a éste. Es decir, esta decisión repercute en ambas.

el viajero se quedaría sin gasolina en alguna parte del trayecto, y no podría completar su viaje. Por esto podríamos decir que estas bencineras venden bienes altamente complementarios, ya que un viajero necesariamente requiere de ambas estaciones para realizar su trayecto. Por otro lado, para las bombas de bencina ubicadas en la carretera en las zonas centrales del país (que tienen una mayor concentración demográfica), constatamos que generalmente están ubicadas muy cerca unas de otras, por lo que para el viajero éstas serán firmas que venden bienes altamente sustitutos, eligiendo la que le ofrezca un menor precio.

El objetivo de este trabajo es entender y comparar el comportamiento que tienen las empresas que venden bienes sustitutos con aquellas que venden bienes complementarios, basándonos en el caso específico de las bombas de bencina de la Ruta 5 en Chile. Este es un buen ejemplo en el que dos empresas pueden vender bienes que serán complementarios o sustitutos dependiendo del contexto, que en este caso es en qué parte de la carretera están ubicadas. La idea es entener cómo fijan sus precios y ubicaciones, bajo qué condiciones pueden sostener acuerdos colusivos y cómo será su comportamiento bajo este escenario. Luego, esto podría ser un buen punto de partida para entender cómo funciona este mercado en Chile y poder detectar comportamientos colusivos, al ver cómo reaccionan los precios ante algún shock en específico (en particular, ante un shock en los costos marginales de las firmas).

El juego es modelado de la siguiente manera. Se dividen los consumidores en dos tipos: *viajeros cortos* y *viajeros largos*. Los *viajeros cortos* son aquellos que necesitan conducir distancias pequeñas y por lo tanto les interesa la bomba de bencina más cercana. Para estos consumidores las estaciones a su alrededor venderán bienes altamente sustitutos (o van a una o van a la otra). Por otro lado, estará los *viajeros largos*, a quienes les interesa que haya bombas de bencina correctamente distribuidas, lo que les permitirá hacer un viaje largo y no quedarse sin gasolina en la mitad del trayecto. Este segundo grupo valora la distancia entre las bombas, y por lo tanto estas bencineras serán consideradas como firmas vendiendo productos altamente complementarios.

No es claro en cuál de los dos mundos es más probable mantener un acuerdo colusivo. Para los *viajeros cortos*, que eligen a qué bomba de bencina ir, existe un costo de transporte en llegar a la estación que más les convenga, según donde estén ubicados. Este costo no lo enfrentan los *viajeros largos*, que necesariamente tienen que consumir en las dos estaciones que se les presentan en el trayecto. Por lo tanto, esta variable será crucial a la hora de distinguir en cuál de los dos mercados es más probable ver acuerdos colusivos. En este contexto, se demuestra que mientras menor sea el costo de transporte incurrido por el *viajero corto* en llegar a una estación de servicio, será más probable ver comportamientos colusivos en las bencineras ubicadas en las zonas extremas del país. Lo contrario ocurre si este costo es alto, por lo que se ve una mayor probabilidad de sostener un cartel en la zona central.

En lo que sigue, el trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presentan los Aportes de la Literatura relacionada. En la sección 3 se presenta el primer modelo, denominado "Modelo 1: Productos Sustitutos", donde se analizan las decisiones de precios bajo un escenario de competencia y de colusión, para luego estudiar los incentivos y requisitos para sostener un acuerdo colusivo, y finalmente poder detectar estos comportamientos. En la sección 4, denominada "Modelo 2: Productos Complementarios", se realiza este mismo ejercicio para el caso de bienes complementarios. En la sección 5 se presentan los Principales Resultados, y finalmente la sección 6 concluye. Para finalizar, a continuación de las Referencias biliográficas, se presenta un Apéndice con las principales demostraciones del paper.

2. Literatura Relacionada

Dentro de la literatura sobre temas de colusión con énfasis en sostenibilidad y comportamiento de los carteles según el grado de sustituibilidad u homogeneidad entre los bienes, un gran aporte fue el de Chang (1991), quien se refirió a la relación entre el grado de diferenciación de productos y la habilidad de las firmas de sostener un cartel. El autor afirma que a medida que los bienes tienen un mayor grado de sustitución, será más difícil sostener un cartel. Este paper se basa en el modelo estándar de Hotelling (1929), que es utilizado en este trabajo para modelar el comportamiento de los *viajeros cortos* mencionados anteriormente. Un año después, otro aporte importante en este contexto fue Chang (1992), quien extendiendo el modelo anterior por la forma modelada por Neven (1985), no sólo mira el comportamiento bajo diferenciación horizontal, sino que transforma la decisión de cuánto diferenciarse en endógena, lo cual también se aplica en este trabajo para modelar la decisión de las bombas de bencina sobre dónde instalarse.

Otro aporte como es el de Deneckere, R. (1983), quien habla sobre la sostenibilidad de colusión tácita cuando los bienes son sustitutos o complementos, basado en un modelo duopólico con diferenciación horizontal de productos y haciendo la diferencia entre la competencia en precios o en cantidad. A su vez, Ross, T. W. (1992) analiza los efectos de diferentes niveles de diferenciación de productos en la probabilidad de sostener un cartel, lo que también podría interpretarse como diferentes niveles de sustituibilidad entre los bienes, afirmando que una mayor homogeneidad entre los bienes podría reducir la estabilidad de un cartel.

Por otro lado, el aporte de Rey y Tirole (2013) también es de gran utilidad a la hora de analizar cómo afecta el grado de complementariedad entre los bienes en los incentivos a coludirse y en la fijación de precios. Haciendo el ejercicio con una clase particular de demandas anidadas, deriva resultados generales para la sosteniblidad de un cartel, postulando que desde cierto grado de complementariedad entre los bienes en adelante, el cartel será cada vez más sostenible.

Aportes empíricos también le han dado importancia a esta distinción entre el nivel de sustituibilidad entre los bienes, donde destaca la investigación realizada por Lisa R. Anderson, Beth A. Freeborn and Charles A. Holt (2010), quienes analizan el efecto de la estructura de la demanda en la habilidad de las firmas para coludirse, encontrando evidencia de colusión entre las firmas que venden productos complementarios, pero no entre las que venden sustitutos.

Todos estos resultados apuntan a que cuando los bienes son cada vez sustitutos más fuertes, existe una menor probabilidad de sostener colusión. Esto último es consistente con los resultados de este trabajo para los casos en que el costo de transporte para los *viajeros cortos* en llegar a una estación de servicio es pequeño o incluso cero. Esto es intuitivo debido a que, para costos de transporte cercanos a cero, los bienes serán aun más "sustituibles" u "homogéneos" a los ojos del consumidor, o bien al consumidor le costará menos ir a cualquiera de las dos estaciones, por lo tanto su decisión se verá influida en mayor medida por el precio de cada una de éstas. Sin embargo, y como se verá más adelante, los resultados de esta investigación demuestran que esto puede variar si el costo de transporte aumenta, lo que podría dar otra dimensión a la literatura existente.

3. Modelo 1: Productos Sustitutos

Para estimar la demanda por bombas de bencina de los *viajeros cortos*, nos basamos en el modelo propuesto por Hotelling (1929) y sus posteriores extensiones propuestas por Neven (1985), debido a que estos consumidores desean una estación lo más cercana posible. Por eso, modelarlo según una masa de consumidores distribuida uniformemente en un intervalo $[0, 1]$ que son los dos extremos de una ciudad lineal de largo 1, parece una aproximación razonable. Además, existe un costo de transporte $b(x - x_i)^2$ para un consumidor ubicado en x en llegar a la estación i ubicada en x_i, donde b es un parámetro fijo que representa la magnitud de este costo según la distancia de un consumidor a la firma.

Sin embargo, pensar en un modelo de diferenciación de producto donde no existe elasticidad en la demanda, no suena muy razonable para este caso, ya que es altamente probable que si los costos de adquirir el producto son muy altos (ya sea por el precio cobrado o por la distancia en que se encuentre el consumidor de la firma), exista una parte del mercado que se quede fuera de éste y prefiera utilizar otro método de transporte. Es por esto que agregamos una segunda dimensión al modelo, considerando que la valoración por el bien no es constante, sino que también está distribuida uniformemente en un intervalo $[0, 1]$.

Para simplificar el problema, sin pérdida de generalidad, suponemos que hay dos bombas de bencina que compiten en precios y tienen costos marginales c iguales, lo que es razonable ya que una parte importante de los costos marginales de las bencineras viene dada por el precio de este insumo, que es igual para todas. De esta manera, podemos considerar que existe un consumidor indiferente con respecto a qué estación ir. Al ser bienes homogéneos, este consumidor tendrá la misma valoración por el bien vendido en ambas firmas, por lo que sus utilidades deben ser iguales ante la decisión de qué bomba elegir:

$$V - P_1 - b(x^* - x_1)^2 = V - P_2 - b(x_2 - x^*)^2$$

Donde V es la valoración por el bien, P_i es el precio cobrado por la firma i, y $b(x^* - x_i)^2$ es el costo de transporte incurrido por el consumidor ubicado en x^* en llegar a la firma i.

Despejando x^* de la ecuación anterior, en función de los precios y de la localización de ambas firmas, obtenemos la ubicación del consumidor indiferene:

$$x^*(P_1, P_2, x_1, x_2) = \frac{P_2 - P_1}{2b(x_2 - x_1)} + \frac{x_2 + x_1}{2} \tag{1}$$

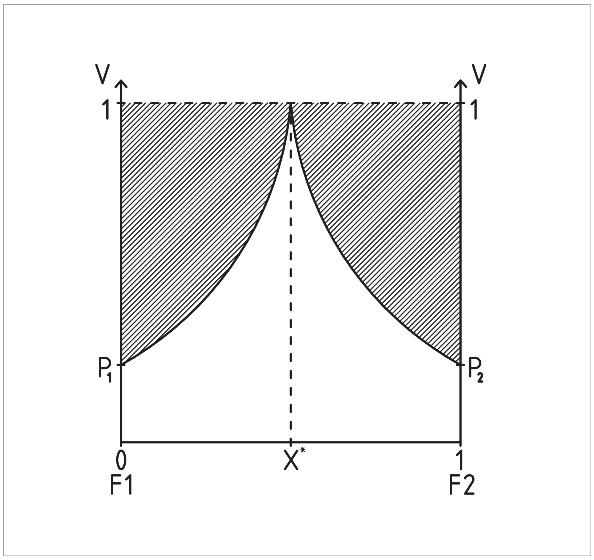
Para construir las demandas enfrentadas por cada firma, consideramos los gráficos ilustrativos de la Figura 1.

El área achurada corresponde a los consumidores que comprarán el bien. Aquí podemos ver que, a medida que los consumidores estén más alejados de las firmas, habrá cada vez un porcentaje menor de ellos que consumirá el bien, quedando fuera del mercado todos aquellos que tienen valoraciones lo suficientemente bajas como para que no les convenga ir a comprar el producto. Al contrario pasa con los consumidores que están cercanos a la localización de las firmas, ya que estos no necesitarán tener valoraciones muy altas para que les convenga comprar, dado que su costo incurrido en llegar a la firma no será muy alto.

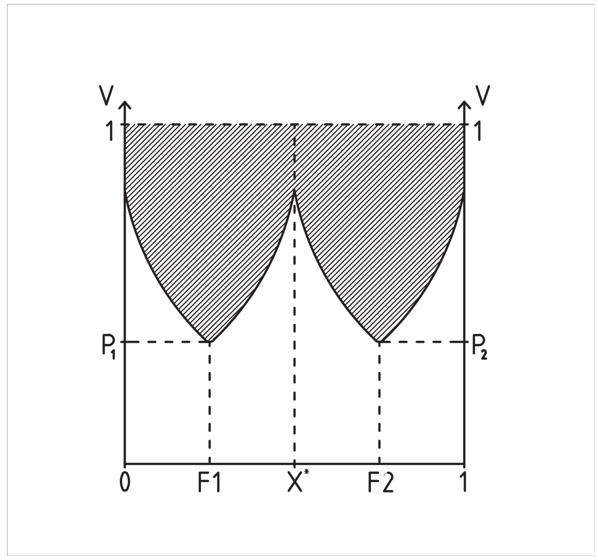
Por lo tanto, podemos escribir la demanda enfrentada por la Firma 1 (y análogamente para la Firma 2) como una que satisface las siguientes condiciones:

$$V \geq P_1 - b(x^* - x_1)^2;$$

$$x \leq x^*(P_1, P_2, x_1, x_2)$$



(a) Firmas ubicadas en los Extremos



(b) Firmas ubicadas fuera de los Extremos

Figura 1: Consumidores que quedan dentro y fuera del mercado.

Lo que corresponde exactamente al área achurada en los gráficos anteriores, la cual se puede expresar de la siguiente manera:

$$D_1(P_1,P_2,x_1,x_2) = \int_0^{x^*}\int_{P_1+b(s-x_1)^2}^{1} 1\cdot dv\cdot ds$$

$$= \left(\frac{P_2-P_1}{2b(x_2-x_1)}+\frac{x_2+x_1}{2}\right)(1-P_1)-\frac{b}{3}\left(\frac{P_2-P_1}{2b(x_2-x_1)}+\frac{x_2+x_1}{2}\right)^3-\frac{b}{3}x_1^3 \tag{2}$$

$$D_2(P_1,P_2,x_1,x_2) = \int_{x^*}^{1}\int_{P_2+b(x_2-s)^2}^{1} 1\cdot dv\cdot ds$$

$$= \left(1-\frac{P_2-P_1}{2b(x_2-x_1)}-\frac{x_2+x_1}{2}\right)(1-P_2)-\frac{b}{3}\left(x_2-\frac{P_2-P_1}{2b(x_2-x_1)}-\frac{x_2+x_1}{2}\right)^3+\frac{b}{3}(x_2-1)^3 \tag{3}$$

3.1. Decisión de Precios en Competencia

El ya conocido resultado propuesto por Neven (1985) nos dice que cuando tenemos consumidores distruibuidos uniformemente en una ciudad lineal, en el escenario de dos firmas compitiendo en precios, éstas escogerán ubicarse lo más lejos posible una de la otra, para así diferenciarse al máximo y poder ablandar la competencia entre ellas, lo que les permitirá maximizar sus utilidades.[2]

[2]Demostración 1 en el Apéndice

El modelo que se propone ahora no es muy diferente. La única variación es que en cada punto no habrá un único consumidor con valoración V, sino que un continuo de consumidores con valoraciones $V \in [0,1]$, o lo que es lo mismo, en cada punto del intervalo hay un consumidor con una función de demanda con pendiente negativa.[3] Sin embargo, no hay nuevos incentivos para pensar que dos firmas compitiendo en precios no querrán diferenciarse lo máximo posible, por lo que seguiremos manteniendo el supuesto que éstas se ubicarán en los extremos de la ciudad, y así las ubicaciones óptimas seguirán siendo $x_1^* = 0$ y $x_2^* = 1$.

Basándonos en D'Aspremont, J.J. Gabszewicz, and J.-F. Thisse (1979), se puede mostrar que cuando hay sólo dos firmas y éstas están ubicadas en los extremos de la ciudad, podemos levantar el supuesto de que los costos de transporte deben ser cuadráticos.[4] Por lo tanto, en este caso podemos asumir costos de transportes lineales, es decir, $b(x^* - x_1)$ y $b(x_2 - x^*)$ para la firma 1 y 2 respectivamente.

Por lo tanto, reescribiendo nuestras demandas con costos de transporte lineales quedarán:

$$D_1(P_1, P_2, x_1 = 0, x_2 = 1) = \frac{P_2 - P_1 + b}{2b}(1 - P_1) - \frac{b}{2}\left(\frac{P_2 - P_1 + b}{2b}\right)^2 \tag{4}$$

$$D_2(P_1, P_2, x_1 = 0, x_2 = 1) = \frac{P_1 - P_2 + b}{2b}(1 - P_2) - \frac{b}{2}\left(\frac{P_1 - P_2 + b}{2b}\right)^2 \tag{5}$$

A partir de estas funciones de demanda, podemos entonces caracterizar el equilibrio del juego. Para esto, maximizamos la función de ganancias de la firma i, eligiendo su precio:

$$\underset{P_i}{M\acute{a}x}\; \Pi_i^C = \left(\tfrac{P_j - P_i + b}{2b}(1 - P_i) - \tfrac{b}{2}\left(\tfrac{P_j - P_i + b}{2b}\right)^2\right)(P_i - c)$$

De aquí se obtiene la condición de primer orden (CPO) de este problema, dada por la siguiente expresión:

$$[P_i] : (P_i - c)\left(\frac{P_i - 1}{2b} - \frac{P_j - P_i + b}{4b}\right) + \frac{P_j - P_i + b}{2b}(1 - P_i) - \frac{b}{2}\left(\frac{P_j - P_i + b}{2b}\right)^2 = 0 \tag{6}$$

Sin embargo, como las firmas están ubicadas en ambos extremos de la ciudad, tienen los mismos costos marginales y los consumidores están distribuidos uniformemente, podemos

[3] Para corroborar esto revisar Puu, Tonu (2002).

[4] Este supuesto se usa para describir el problema general, ya que cuando las firmas no están ubicadas en los extremos no podemos asumir que los costos de transporte son lineales, ya que tendremos discontinuidades en nuestros resultados. Demostración en D'Aspremont, J.J. Gabszewicz, and J.-F. Thisse (1979).

concluir que tendremos un equilibrio simétrico donde ambas firmas cobrarán el mismo precio, venderán la misma cantidad y obtendrán las mismas utilidades. Es por esto que podemos imponer simetría en nuestra CPO, reemplazando $P_i = P_j = P$, y asumiendo así que el consumidor indiferente estará ubicado en $x^* = 1/2$, lo que podemos verificar fácilmente de la ecuación (1). Por lo tanto, reescribiendo la CPO quedará de la siguiente manera:

$$[P] : (P - c)\left(\tfrac{P-1}{2b} - \tfrac{1}{4}\right) + \tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{8} = 0$$

De donde obtenemos que el precio de equilibrio de competencia será:[5]

$$P^C = \frac{-\sqrt{13b^2 + 4bc - 4b + 4c^2 - 8c + 4} + 3b + 2c + 2}{4} \tag{7}$$

3.2. Decisión de Precios en Colusión

Empresas que se coluden buscan generar el mayor beneficio posible entre las dos eliminando la competencia que existe entre ellas, para después repartirse las utilidades según su tasa de participación en el mercado. Para esto, fijan un solo precio que es acordado entre ambas, maximizando las utilidades monopólicas totales generadas.

Consideramos dos tipos de colusión. La primera es que las firmas se puedan coordinar desde el principio, es decir tanto las decisiones de ubicación como de precios las toman de una manera óptima. La segunda, y que suena más razonable en el mundo real, es que las firmas se coordinan sólo en precios, una vez ya ubicadas en las locaciones óptimas, como si estuviesen compitiendo.

3.2.1. Coordinación en Ubicación y en Precios

Partamos evaluando el primer caso. Así como consideramos que este modelo no trae nuevos incentivos para que dos firmas compitiendo en precios quieran cambiar sus decisiones de ubicación obtenidas del modelo propuesto por Neven (1985), tampoco hay motivos para pensarlo en el caso de colusión. Sabemos que dos empresas coludidas se comportan igual como si fueran un monopolio que quiere abrir dos tiendas, donde los resultados ya conocidos son que lo óptimo para este caso será ubicarse en las posiciones $x_1^* = 1/4$ y $x_2^* = 3/4$.[6]

En este contexto, debemos volver al supuesto inicial, donde lo costos de transporte son cuadráticos, ya que las firmas ya no estarán ubicadas en los extremos. Luego, las empresas eligen un único precio monopólico de manera de maximizar sus ganancias, donde reemplazando en las escuaciones (2) o (3) llegamos a:

[5]Demostración 2 en el Apéndice
[6]Demostracion 3 en el Apéndice

$$\underset{P}{Máx}\,\Pi^M = 2\left(\tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{3}\tfrac{1}{4^3} - \tfrac{b}{3}\tfrac{1}{4^3}\right)(P-c)$$

De donde obtenemos la CPO:

$$[P] : -\tfrac{1}{2}(P-c) + \left(\tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{96}\right) = 0$$

Por lo tanto el precio monopólico óptimo será:

$$P^M = \frac{1+c}{2} - \frac{b}{96} \tag{8}$$

3.2.2. Coordinación solamente en Precios

Este es el caso en que las firmas llegan a un acuerdo colusivo en precios, después de haberse instalado óptimamente como si estuviesen compitiendo, lo que suena más cercano a la realidad en el mundo de las bombas de bencina. Por lo tanto, en este caso trabajamos con las localizaciones óptimas de competencia $x_1 = 0$ y $x_2 = 1$, y por lo tanto podemos volver a los costos de transporte lineales.

Para determinar estos precios, las firmas maximizan sus ganancias sujetas a las ubicaciones que implican máxima diferenciación. Reemplazando las demandas de la ecuación (4) o (5):

$$\underset{P}{Máx}\,\Pi^C = 2\left(\tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{2}\tfrac{1}{2^2}\right)(P-c)$$

De donde obtenemos la CPO:

$$[P] : -2\tfrac{1}{2}(P-c) + 2\left(\tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{8}\right) = 0$$

Y así despejamos el precio monopólico:

$$P^M = \frac{1+c}{2} - \frac{b}{8} \tag{9}$$

Para que se cumpla que $P^C < P^M$, debemos imponer una restricción sobre el costo de transporte b. Resolviendo esta inecuación, llegamos a la condición de que b debe tener una cota máxima, que será:

$$b < \frac{3}{4}(1-c) \tag{10}$$

Además, el precio monopólico está fijado suponiendo que en cada punto del intervalo $x \in [0,1]$ existe al menos un consumidor que está siendo servido por alguna de las dos firmas. Supongamos que una firma fijara los precios de manera que para los consumidores ubicados más lejos de ésta (es decir, para la ubicación del consumidor indiferente), sólo el que valora más el bien ($V = 1$) lo comprará. Es decir, llegamos a la restricción donde la cota máxima para b debe ser tal que:

$$1 - \left(\tfrac{1+c}{2} - \tfrac{b}{8}\right) - b\tfrac{1}{2} \geq 0$$

Es decir:

$$b \leq \tfrac{4}{3}(1-c)$$

Podemos notar que en las dos condiciones que impusimos, la restricción es la misma, pero la primera es más restrictiva, por lo que la ecuación (10) será la que ocuparemos de ahora en adelante.

3.3. Incentivos y Sostenibilidad de Colusión

Para que este acuerdo colusivo se pueda llevar a cabo es necesario que se cumplan los incentivos suficientes para hacerlo. En este contexto es importante tener en cuenta que las empresas se pueden desviar del acuerdo si es que les conviene[7], pero sabiendo que luego se romperá el cartel y entrarán en una fase de castigo para los períodos siguientes, en donde sólo podrán cobrar los precios de competencia sujetos a la ubicación donde ya están instaladas.

Miremos el caso en que las firmas se coluden sólo en precios, es decir el caso 3.2.2 de la sección anterior. Armamos la restricción de compatibilidad de incentivos (RCI) necesaria para que se pueda sostener el cartel para la firma i:

$$\frac{1}{1-\delta}\Pi_i^M\left(P^M\right) \geq \Pi_i^D\left(P_i^D, P_j^M\right) + \frac{\delta}{1-\delta}\Pi_i^C\left(P^C\right) \tag{11}$$

Donde x se refiere a la ubicación de la firma 1, y como son simétricas entonces $x = x_1 = 1 - x_2$.

El precio del desvío se calcula a partir de la mejor respuesta de una firma en función del precio de la otra, que fue caracterizada en la ecuación (6). Así, reemplazando $P_j = P^M(x = 0) = \frac{1+c}{2} - \frac{b}{8}$, obtenemos que P_i^D será:[8]

[7] El desvío se refiere a romper el acuerdo, por lo que la firma bajará los precios óptimamente de manera de llevarse a una mayor parte del mercado que antes compartía.

[8] Demostración 4 en el Apéndice

$$P_i^D = \frac{4b}{9}\left(\frac{c}{b}+\frac{5}{4b}+\frac{7}{16}-\sqrt{\left(-\frac{c}{b}-\frac{5}{4b}-\frac{7}{16}\right)^2-\frac{9}{2b}\left(\frac{3c^2}{32b}+\frac{13c}{16b}-\frac{49b}{512}+\frac{7}{32b}+\frac{7c}{64}+\frac{21}{64}\right)}\right) \tag{12}$$

Así como antes corroboramos que $P^C < P^M$ se cumple para ciertos valores de b en función de c, ahora debemos corroborar que además $P^D < P^M$. Al igual que para el caso anterior, resolviendo esta inecuación llegamos a que $b < \frac{4}{3}(1-c)$. Por lo tanto, nuestra restricción impuesta en la ecuación (10) sigue activa.

Habiendo caracterizado el desvío, procedemos a definir las utilidades monopólicas, de competencia y desvío de una firma i relevantes para contruir la RCI:

- $\Pi_i^M = \left(\frac{1-P^M}{2} - \frac{b}{8}\right)(P^M - c)$
- $\Pi_i^C = \left(\frac{1-P^C}{2} - \frac{b}{8}\right)(P^C - c)$
- $\Pi_i^D = \left(\frac{P^M - P_i^D + b}{2b}(1-P_i^D) - \frac{b}{2}\left(\frac{P^M - P_i^D + b}{2b}\right)^2\right)(P_i^D - c)$

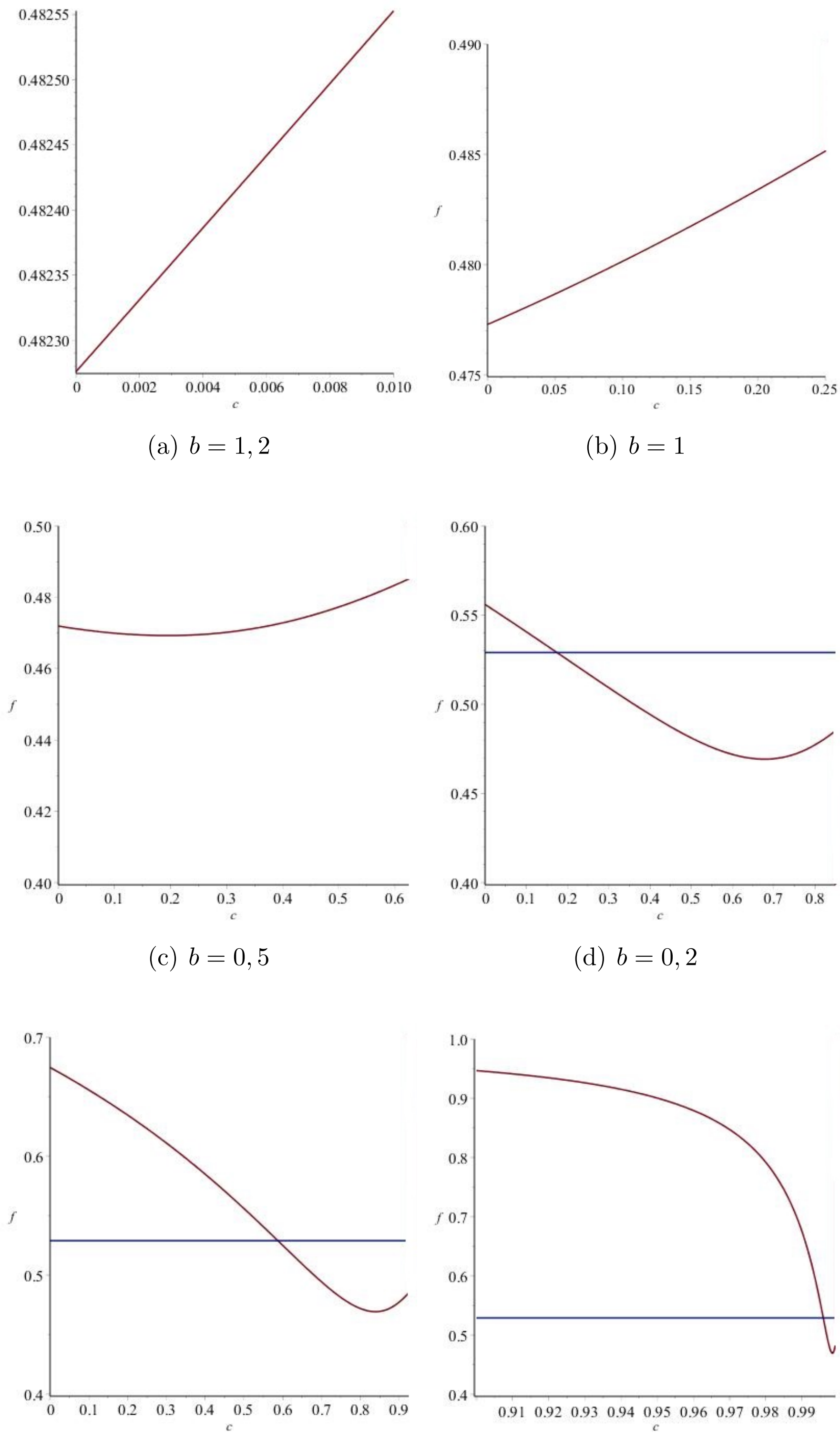
Ahora estamos listos para analizar el factor de descuento crítico en función de b y c, necesario para que la colusión sea sostenible. Despejando δ de la ecuación (11), tenemos que:

$$\delta^*(b,c) = \frac{\Pi_i^D(b,c) - \Pi_i^M(b,c)}{\Pi_i^D(b,c) - \Pi_i^C(b,c)} \tag{13}$$

A continuación, analizamos cómo se comportará δ^* en función de c, para distintos valores de costo de transporte b. En particular, analizamos los seis casos expuestos en la Figura 2.

Notemos que el eje horizontal, que corresponde a c, irá cambiando su rango a medida que cambia el b elegido, acorde a la restricción impuesta a la cota máxima que puede tomar este valor. Además, el eje vertical será δ^*, podrá tomar valores dentro del rango $\in [0,1]$.

Por el momento consideramos sólo la línea roja, la cual representa la función caracterizada en la ecuación (13). Por ahora no podemos ver ningún patrón determinado para los distintos $\delta^*(b,c)$ según los valores de b, ya que todos se comportan de manera distinta en función de c. Más adelante se podrán notar resultados más interesantes.



(a) $b = 1,2$ (b) $b = 1$

(c) $b = 0,5$ (d) $b = 0,2$

(e) $b = 0,1$ (f) $b = 0,001$

Figura 2: Factor de descuento crítico en función de c para un determinado b.

3.4. Comportamientos Colusivos

Luego de armar el esquema de cómo se comportarán estas firmas bajo competencia o bajo colusión, analizamos cómo cambiarán estas decisiones de precios ante algún shock, para así poder detectar cuándo las firmas están teniendo comportamientos colusivos o no. Pensemos específicamente en un shock de costos.

En particular, si suponemos que la ENAP[9] cambia el precio del combustible, esto afectará directamente al costo marginal de las bombas de bencina al vender gasolina, ya que el precio del insumo subió y para todas por igual. Como podemos ver:

Tipo de Juego	Precio	$\partial P/\partial c$
Competencia	$\frac{-\sqrt{13b^2+4bc-4b+4c^2-8c+4}+3b+2c+2}{4}$	$\frac{1}{4}\left(\frac{8-8c-4b}{2\sqrt{13b^2+4bc-4b+4c^2-8c+4}}+2\right)$
Colusión en Precio y Ubicación	$(48(1+c)-b)/96$	$1/2$
Colusión sólo en Precio	$(4(1+c)-b)/9$	$1/2$

Cuadro 1: Reacción en los precios de bienes sustitutos frente a un cambio en c.

Analizamos cómo reaccionan los precios y en qué medida, y para eso comparamos el efecto ante un cambio en los costos, cuando las empresas están compitiendo o cuando están coludidas. Primero que nada, vemos que cuando están coludidas este efecto es constante, independiente de la magnitud de los costos.

Se puede demostrar que el efecto en los precios ante un shock en costos siempre será mayor cuando las empresas están compitiendo que cuando están coludidas, ya que:[10]

$$\frac{1}{4}\left(\frac{8-8c-4b}{2\sqrt{13b^2+4bc-4b+4c^2-8c+4}}+2\right) > \frac{1}{2}$$

Así, podemos concluir que ante un aumento en los costos de la empresa, las firmas reaccionarán distinto bajo el escenario de competencia o de colusión. Podemos ver que siempre repercutirá en mayor medida en los precios cuando las firmas están compitiendo, ya que en todo el intervalo de $c \in [0,1]$, el efecto será mayor a $1/2$. Además, vemos que el efecto sobre precios colusivos es constante e independiente de la magnitud de los costos marginales, en cambio el de los precios competitivos sí depende de esta magnitud, y específicamente vemos que este es decreciente[11], pero nunca llegará a $1/2$ en la medida que b y c se mantengan dentro de los intervalos permitidos.

[9] Empresa Nacional del Petróleo

[10] Demostración 5 en el Apéndice.

[11] Se puede corroborar fácilmente que $\partial^2 P/\partial c^2 < 0$.

Para responder la pregunta de cómo reacciona el factor de descuento crítico necesario para mantener colusión ante un cambio en los costos, necesitamos mirar un área determinada, por lo que esto se responderá más adelante, cuando se haya explicado lo que es la línea recta azul que aparece en los gráficos de la Figura 2.

3.5. Naturaleza del Shock

Es importante distinguir de qué tipo de shock estamos hablando. Aunque las reacciones en los precios no dependen del tipo de shock, ya que es un juego estático, esto sí podría influir en la habilidad de las empresas para coludirse, dada por el factor de descuento crítico.

Específicamente, dividimos el shock de costos en dos casos:

3.5.1. Shock Permanente

La RCI expuesta en la ecuación (11) y su respectivo factor de descuento crítico en la ecuación (12), caracterizado en los gráficos de la Figura 2, son los adecuados para luego analizar cómo cambia el factor de descuento si el shock en costos es permanente (es decir, para siempre). Cómo dijimos en la sección anterior, este shock se analizará más adelante, cuando se haya caracterizado la línea azul.

3.5.2. Shock Transitorio

Si el shock es transitorio (pensemos en que dura un período), tanto nuestra RCI relevante para mantener el cartel como el factor de descuento crítico necesario, ya no serán los mismos, debido a que ahora el costo marginal antiguo volverá a operar dentro de un período. Por lo tanto, la nueva RCI será:

$$\Pi_1^M(c') + \frac{\delta}{1-\delta}\Pi_1^M(c) \geq \pi_1^D(c') + \frac{\delta}{1-\delta}\Pi_1^C(c) \tag{14}$$

Donde c' es el nuevo costo que dura solamente un período y c el costo anterior que vuelve después de un período. Por lo tanto, el factor de descuento crítico será tal que:

$$\delta^*(b, c, c') = \frac{\Pi_1^D(c')-\Pi_1^M(c')}{\Pi_1^M(c)-\Pi_1^C(c)+\Pi_1^D(c')-\Pi_1^M(c')}$$

El ejercicio de analizar cómo se comporta este factor de descuento en función de c y c', y posteriormente ver cómo cambia ante este shock transitorio quedará para una investigación posterior, pero sin duda es de gran relevancia a la hora de analizar las decisiones de la firma y se espera que los resultados varíen en algún sentido.[12]

[12]Para hacer este ejercicio sugiero revisar J. Rotember and G. Saloner (1986), quienes analizan guerras de precios durante booms transitorios.

4. Modelo 2: Bienes Complementarios

Luego de analizar un mundo donde las bombas de bencina venden bienes sustitutos, analizaremos ahora la situación de consumidores que desean hacer viajes largos. Esto significa que los *viajeros largos* necesitarán bombas de bencina alejadas unas de otras, ya que en otro caso no podrían realizar este viaje. Por lo tanto, es razonable pensar que para este tipo de consumidores estas dos firmas venden productos complementarios. En este escenario pensaremos en consumidores ubicados solamente en los extremos de la ciudad y que necesitan cruzar hasta el otro extremo. Además, seguiremos manteniendo el supuesto de que los individuos se distribuyen uniformemente en valoraciones entre 0 y 1.

Por lo tanto, la nueva función de demanda para cualquiera de las dos firmas debe satisfacer la siguiente condición:

$$V \geq \alpha(x_2 - x_1) - (P_1 + P_2)$$

Lo que corresponde exactamente a la suma de todos los individuos con valoraciones por sobre el costo de adquirir el bien. Es decir, la función de demanda enfrentada por cualquiera de las dos firmas es:

$$D(P_1, P_2, x_1, x_2) = \int_{(P_1+P_2)}^{1+\alpha(x_2-x_1)} 1 \cdot dv = 1 + \alpha(x_2 - x_1) - (P_1 + P_2) \tag{15}$$

4.1. Decisión de Precio en Competencia

En el caso de que estas firmas eligieran sus ubicaciones y luego compitieran en precios, analizamos el equilibrio haciendo inducción hacia atrás. Por lo tanto, vemos primero las funciones de mejores respuesta de cada firma en función de las ubicaciones. Para esto maximizamos la función objetivo de la empresa:

$$\underset{P_i}{Máx}\, \Pi_i^C = (1 + \alpha(x_2 - x_1) - (P_i + P_j))\,(P_i - c)$$

$$P_i = \frac{1 - P_j + \alpha(x_2 - x_1) + c}{2} \tag{16}$$

Luego, resolviendo el sistema de ecuaciones tanto para P_i como para P_j, obtenemos un equilibrio simétrico donde:

$$P_i = P_j = P^C(x_1, x_2) = \tfrac{1+\alpha(x_2-x_1)+c}{3}$$

Así, las utilidades de la firma vendrán dadas por la expresión:

$$\Pi_i^C(x_1, x_2) = \frac{(1+\alpha(x_2-x_1)-2c)^2}{9}$$

La distancia que maximiza las utilidades de las firmas será cuando estas están lo más alejadas posible. Por lo tanto, decidirán ubicarse en los extremos de la ciudad, es decir: $x_1^* = 0$ y $x_2^* = 1$.

Finalmente, reemplazando obtenemos el precio de equilibrio cobrado en competencia:

$$P^C = \frac{1+\alpha+c}{3} \tag{17}$$

4.2. Decisión de Precios en Colusión

Bajo firmas coordinadas, lo más razonable es esperar que éstas cobren un precio monopólico y que luego se repartan las utilidades. En este contexto, el problema de las firmas para decidir precios se reduce a resolver:

$$\underset{P}{M\acute{a}x}\, \Pi^M = 2(1+\alpha(x_2-x_1)-2P)(P-c)$$

De donde obtenemos los precios y utilidades totales del mercado, en función de las ubicaciones de las firmas:

$$P^M(x_1, x_2) = \frac{1+\alpha(x_2-x_1)+2c}{4}$$
$$\Pi^M(x_1, x_2) = \frac{(1+\alpha(x_2-x_1)-2c)^2}{4}$$

Nuevamente vemos que estas firmas maximizan sus utilidades cuando se localizan lo más lejos posible. Por lo tanto, las ubicaciones de equilibrio volverán a ser $x_1 = 0$ y $x_2 = 1$, y los precios monopólicos:

$$P^M = \frac{1+\alpha+2c}{4} \tag{18}$$

Como en este mundo la mejor estrategia de localización bajo colusión es la misma que bajo competencia, es irrelevante analizar los dos casos de colusión vistos en el mundo anterior de bienes sustitutos, en las secciones 3.2.1 y 3.2.2, ya que los resultados serán los mismos.

Tal como lo muestra Rey y Tirole (2013), en el caso de bienes complementarios los precios monopólicos son menores a los de competencia, lo que no implica que las utilidades también sean menores en colusión, producto del efecto de la doble marginalización que entra en juego. Si comparamos los precios de la ecuación (17) y (18), podemos notar que en ausencia de costos marginales, los precios en monopolio serían más bajos que en competencia. Sin embargo, si los costos marginales son positivos, para que se cumpla que $P^M < P^C$ tendremos que imponer una cota mínima para el parámetro α. Esta restricción será tal que:

$$2c - 1 < \alpha$$

4.3. Incentivos y Sostenibilidad de Colusión

Para sostener un cartel, las utilidades colusivas deberán ser más atractivas que desviarse por un período y luego entrar en la fase de castigo para siempre. Para ver el desvío óptimo de la firma i, analizamos su mejor respuesta, caracterizada en la ecuación (16), tomando en cuenta que la firma j sigue cobrando precios monopólicos. Por lo tanto, el mejor precio de desvío será:

$$P_i^D = \frac{3 + 3\alpha + 2c}{8} \tag{19}$$

Al igual que en la sección anterior, también sabemos por Rey y Tirole (2013) que en presencia de bienes complementarios el mejor desvío será cobrar precios *mayores* a los monopólicos, ya que el mayor ingreso obtenido por subir el precio será más atractivo que la pérdida debida a la reducción de mercado servido, ya que la otra firma no ha cambiado sus precios. Para que se cumpla que $P^M < P^D$, la restricción sobre α será tal que:

$$2c - 1 < \alpha$$

Como podemos notar, esta restricción es igual a la de la sección 4.2, por lo que ésta seguirá activa en nuestro modelo.

En la fase de castigo los precios serán los de competencia calculados anteriormente, ya que las ubicaciones son las mismas en los dos escenarios. Así, podemos definir las utilidades monopólicas, de competencia y desvío de una firma de la siguiente manera:

- $\Pi_i^M = \frac{(1+\alpha-2c)^2}{8}$
- $\Pi_i^C = \frac{(1+\alpha-2c)^2}{9}$
- $\Pi_i^D = \frac{9(1+\alpha-2c)^2}{64}$

Ahora estamos listos para poder escribir la restricción de compatibilidad de incentivos, de manera que el cartel sea sostenible, la cual será de la siguiente manera:

$$\frac{1}{1-\delta}\frac{(1+\alpha-2c)^2}{8} \geq \frac{9(1+\alpha-2c)^2}{64} + \frac{\delta}{1-\delta}\frac{(1+\alpha-2c)^2}{9} \tag{20}$$

Despejando δ de la RCI, podemos notar que para valores de $\delta \geq 0,529$ la colusión será sostenible. Notemos que, en este caso, el factor de descuento crítico para que la colusión sea sostenible no depende ni de los costos marginales ni de la valoración α por la distancia entre las firmas, sino que será constante e independiente de la magnitud de estos.

4.4. Comportamientos Colusivos

Luego de armar el esquema de cómo se comportan las firmas que venden bienes complementarios, tanto en competencia como en colusión, analizamos cómo cambian las decisiones de precios ante algún shock, para así poder detectar cuándo las firmas están teniendo comportamientos colusivos o no. Pensemos de nuevo en un shock de costos marginales. Como podemos ver:

Tipo de Juego	Precio	$\partial P/\partial c$
Competencia	$(1+\alpha+c)/3$	$1/3$
Colusión	$(1+\alpha+2c)/4$	$1/2$

Cuadro 2: Reacción en los precios de bienes complementarios frente a un cambio en c.

A raíz de esto, podemos notar que ante un shock en c, las firmas reaccionarán diferente bajo el escenario de competencia o de colusión. En particular, podemos ver que cuando las firmas están compitiendo en precios, un aumento en los costos marginales se verá reflejado en un aumento en el precio cobrado por las bombas de bencina de $1/3$, en cambio ante el mismo aumento, cuando las firmas están coludidas, se verá reflejado en un aumento del precio en $1/2$. Es decir, aunque los precios bajo colusión sean menores, un shock a los costos afectará de mayor manera a los precios monopólicos.

Además, notamos que el factor de descuento crítico también es constante, es decir que no depende de la magnitud de los costos o del parámetro α. Así, podemos ver que en este mundo de bienes complementarios, un shock permanente en costos no hará cambiar el factor de descuento necesario para mantener colusión, lo que implica que las utilidades monopólicas no se harán ni más ni menos atractivas con respecto a las de competencia y desvío.

4.5. Naturaleza del Shock

4.5.1. Shock Permanente

Al igual que lo expuesto en la sección 3.5.1, la RCI recién expuesta en la ecuación (20) es la adecuada para luego analizar cómo cambia el factor de descuento si el shock en costos es permanente. De aquí, podemos ver que el factor de descuento crítico es constante, por lo que un cambio permanente en el costo marginal no tendrá repercusión en el factor de descuento necesario para sostener un cartel entre firmas que venden bienes complementarios.

4.5.2. Shock Transitorio

Si el shock fuera transitorio, tendríamos una RCI de la misma forma que la planteada en la ecuación (14). Por lo tanto, nuestro factor de descuento crítico en este escenario será de la siguiente manera:

$$\delta^*(b,c,c') = \frac{9(1+\alpha-2c')^2}{8(1+\alpha-2c)^2+9(1+\alpha-2c')^2}$$

Si comparamos el factor de descuento de este shock con el del shock permanente, podemos ver que:

- $\delta^*(b,c) = 0,529 > \delta^*(b,c,c')$ si y sólo si $c < c'$. Es decir, si el shock transitorio es positivo, el factor de descuento necesario para mantener el cartel será menor.
- $\delta^*(b,c) = 0,529 < \delta^*(b,c,c')$ si y sólo si $c > c'$. Es decir, si el shock transitorio es negativo, el factor de descuento necesario para mantener el cartel será mayor.

5. Principales Resultados

5.1. Incentivos y Sostenibilidad de Colusión

A raíz de la Figura 2, se puede notar que la línea roja representa el factor de descuento crítico necesario para sostener un cartel cuando los bienes son sustitutos (el cual dependerá de los valores de b y c), la línea azul representa este factor cuando los bienes son complementarios (el cual es constante e independiente de los valores de c y α).

Tal como lo muestran los gráficos, se puede notar que, a costos de transporte altos,[13] el factor de descuento mínimo necesario para sostener colusión nunca será mayor a 0,529, para cualquier c dentro del rango admisible dado el b elegido, el cual obedece a la restricción de la ecuación (10). Por lo tanto, para valores de b altos, siempre será más probable ver colusión cuando los bienes son sustitutos que cuando los bienes son complementarios.

A medida que b va disminuyendo, vemos que el factor de descuento crítico necesario en función de c, para sostener colusión, con bienes sustitutos, va siendo cada vez mayor. Esto nos dice que, a medida que los costos de transporte son menores, será cada vez más difícil sostener un cartel entre bencineras vendiendo bienes sustitutos.En este sentido, comienza a ocurrir que para algunos valores de c este factor de descuento crítico será mayor a 0,529, por lo que comenzará a ser más probable ver colusión cuando los bienes son complementarios que cuando son sustitutos.

[13]Específicamente, se puede ver en la Figura 2 que para valores de $b = 1,2; 1; 0,5$ esto siempre se cumplirá.

En particular, podemos notar que a partir de un costo de transporte aproximado $b \approx 0,242$, existe algún c, dentro del intervalo admisible, para el cual el factor de descuento crítico de bienes sustitutos puede ser mayor o igual que el de complementos. Tal como lo muestra la Figura 3, esto se da cuando $c = 0$. A medida que b disminuye, el rango de valores de c, para los cuales será más probable sostener colusión en bienes complementarios que en bienes sustitutos, irá aumentando. En el extremo, podemos notar que cuando $b \to 0$, el rango de valores de c para los cuales será más sostenible un cartel con firmas vendiendo bienes complementarios será práctimanete completo, es decir, para cualquier c dentro del intervalo admisible según el valor de b elegido.

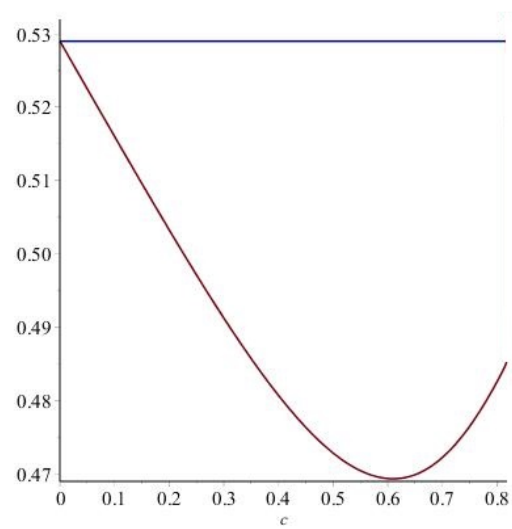


Figura 3: Factor de descuento crítico en función de c para $b \approx 0,2423$.

Luego, tal como lo muestran los gráficos (d), (e) y (f) de la Figura 2, los cuales corresponden a costos de transporte con valores menores que $b \approx 0,242$, podemos ver que:

- Para $b = 0,2$: $\delta^*(b,c) \leq 0,529$ si y sólo si $c \in [0; 0,1746]$
- Para $b = 0,1$: $\delta^*(b,c) \leq 0,529$ si y sólo si $c \in [0; 0,5873]$
- Para $b = 0,001$: $\delta^*(b,c) \leq 0,529$ si y sólo si $c \in [0; 0,9587]$

A raíz de estos resultados, podemos observar en los gráficos que ante un shock permanente en costos marginales, como el analizado durante este trabajo, la dirección en la que se moverá nuestro factor de descuento para bienes sustitutos no es clara, sino que dependerá del valor de c y de cuál es el costo de transporte. Sin embargo, podemos notar que cuando estamos situados en el punto en que los dos factores de descuento son iguales, siempre pasará que un shock positivo en costos tendrá un impacto negativo en el factor de descuento, lo que implicará que la colusión en bienes sustitutos pasará a ser más probable que la de bienes complementarios. Esto debido a que el factor de descuento de bienes sustitutos es siempre decreciente en c, alrededor del punto donde estos son iguales, mientras que el de los bienes complementarios es siempre constante.

5.2. Comportamientos Colusivos

Al analizar la reacción de los precios ante un shock en costos marginales, podemos ver que ésta es muy diferente en el mundo de los bienes sustitutos y de los bienes complementarios. Si comparamos los casos en que las empresas compiten con aquellos en que están coludidas, podremos notar reacciones opuestas en los dos mundos.

En primer lugar, vemos que cuando los bienes son sustitutos un shock en c siempre impactará en mayor medida en los precios de empresas compitiendo que en los de empresas coludidas. Por lo tanto, aunque los precios en competencia sean menores, un aumento (disminución) en los costos marginales los hará aumentar (disminuir) en mayor medida de lo que aumentarán (disminuirán) los precios monopólicos.

Al contrario sucederá cuando los bienes son complementarios entre sí. En este caso podemos ver que, aunque los precios de competencia sean mayores que los monopólicos, un aumento (disminución) en los costos marginales siempre hará que sean los precios monopólicos los que reaccionen en mayor medida que los precios de competencia. En particular, este aumento (disminución) será de 1/2 para los precios colusivos vs. 1/3 para los competitivos.

En este mismo sentido, otro resultado a destacar es que, para el escenario de bienes sustitutos, un shock en costos marginales significará que el aumento (disminución) de los precios competitivos no será constante, sino que dependerá de la magnitud de estos costos, y específicamente será decreciente a éstos, tal como lo muestra el Cuadro 1 de la sección 3.4. Mientras tanto, en el escenario de bienes complementarios, se puede notar en el Cuadro 2 de la sección 4.4 que el aumento (disminución) tanto de los precios competitivos como monopólicos será siempre constante e independiente de la magnitud de c y α.

6. Conclusión

En base a lo analizado por el presente trabajo, podemos inferir el comportamiento que tienen las bombas de bencina en Chile. La particular forma geográfica que tiene nuestro país y la concentración demográfica que presenta la zona central, comparada con las zonas extremas, explica que las bencineras a lo largo de la Carretera Panamericana no estén distruibuidas de manera uniforme, sino que exista mayor concentración de estaciones en las zonas centrales del país, donde vive más gente y las ciudades están más cerca unas de otras. Por lo tanto, las estaciones de servicio venderán bienes que en algunos casos podrán ser sustituos entre sí, ante los ojos del consumidor (en la zona central), o bienes complementarios (zonas extremas).

Por esta razón es que, tanto detectar comportamientos colusivos como también ver qué tan probable es que estas firmas puedan sostener un cartel en precios, va a depender la zona a la cual nos estemos refiriendo. De acuerdo a nuestros resultados, mientras el costo de transporte hasta las bencineras, para los *viajeros cortos*, sea grande (con esto nos referimos a un $b \in (0,242; 4/3))$, siempre será más probable que la bombas de bencinas ubicadas en las zonas centrales del país estén coludidas. Por lo tanto, en este caso podemos inferir que si detectamos colusión en las bombas situadas en los extremos del país, con mayor razón entonces las de la zona central estarán coludidas.

Este resultado va cambiando a medida que el costo de transporte va decreciendo. Es por esto que, para valores por debajo del rango expuesto anteriormente para b, la colusión entre bencineras situadas en los extremos del país se irá haciendo cada vez más probable que las situadas en la zona central. Como vimos, la probabilidad de sostener colusión va a depender del costo marginal (en particular, del precio del insumo) que enfrenten las firmas. Por lo tanto, mientras menor sea el costo de transporte b, más probable será ver colusión en bienes complementarios que en bienes sustitutos para un mayor rango de valores de c, hasta el extremo de que cuando b es cercano a 0, independiente de c, siempre será más probable que firmas en los extremos del país estén coludidas. En estos casos, podemos decir entonces que si detectamos colusión en bencineras situadas en la zona central del país, con mayor razón entonces las de las zonas extremas estarán coludidas.

Pero, ¿cómo podemos detectar colusión? Habiendo definido en qué zona será más probable sostener colusión dado el costo de trasporte incurrido por los *viajeros cortos* en llegar a una estación de servicio, lo ideal sería poder detectarla en alguna de las zonas, para luego poder hacer predicciones sobre qué es lo que estaría sucediendo en la otra. Por esto es que introducimos un mecanismo de detección el cual estudia la reacción en los precios ante shocks en los costos marginales, lo cual es muy recurrente en el mundo del petróleo. A raíz de este shock, se puede concluir que las formas de detectar colusión en ambos escenarios son diferentes. En particular, si ante un shock positivo (negativo) en el precio del petróleo los precios de las bombas de bencina de la zona central del país reaccionarán en menor medida a como hubiesen reaccionado en competencia, entonces es una señal de que las firmas pueden estar coludidas.

Asimismo, si el precio de las bencineras ubicadas en los extremos del país reaccionan en mayor magnitud ante un shock positivo (negativo) en costos marginales a como si estuvieran compitiendo, entonces esto será una señal de que estas bombas de bencina podrían estar coludidas.

Por lo tanto, se quiere enfatizar con este trabajo que a la hora de estudiar los incentivos para coludirse, no da lo mismo el cómo los consumidores interpreten los bienes que venden las firmas. Es por esto, que las políticas y análisis anti-monopólicos deberán ir enfocadas, entre otras cosas, en el grado de complementariedad de los bienes que están vendiendo las firmas, para poder describir de manera más exacta cómo éstas se comportan en la realidad. Esto último es prioritario para combatir las fallas de mercado descritas a lo largo de esta investigación y así velar por el bienestar de la economía.

Referencias

A. Dixit and J. Stiglitz (1977), *Monopolistic competition and optimum product diversity*, American Economic Review, 67: 297-308

Chang, Myong-Hun (1991), *The Effects of Product Differentiation on Collusive Pricing*, International Journal of Industrial Orgenization, 9: 453-469

Chang, Myong-Hun (1992), *Intertemporal Product Choice and Its Effects on Collusive Firm Behavior*, International Economic Review, 33: 773-793

D'Aspremont, C., J.J. Gabszewicz, and J.-F. Thisse (1979), *On Hotelling's "Stability in Competition"*, Econometrica, 47: 1145-1150

Deneckere, R. (1983), *Duopoly Supergames with Product Differentiation*, Economics Letters, 11: 37-42

J. Rotember and G. Saloner (1986), *A super-game theoretic model of price wars during booms*, American Economic Review, 79: 390-407

Lisa R. Anderson, Beth A. Freeborn and Charles A. Holt (2010), *Tacit Collusion in Price-Setting Duopoly Markets: Experimental Evidence with Complements and Substitutes*, Southern Economic Journal, 76: 577-591

Matutes, Carmen and Regibeau, Pierre (1988), *"Mix and Match": Product compatibility without network externalities*, The RAND Journal of Economics, 221-234

Neven, Damien (1985), *Two Stage (Perfect) Equilibirum in Hotelling's Model*, The Journal of Industrial Economics, 33: 317-325

Puu, Tönu (2002), *Hotelling's ïce cream dealers"with elastic demand*, The Annals of Regional Science, 36: 385-397

Rey, Patrick and Tirole, Jean (2013), *Cooperation vs. Collusion: How Essentiality Shapes Co-opetition*

Ross, T. W. (1992), *Cartel Stability and Product Differentiation*, International Journal of Industrial Organization, 10: 1-13

Tirole, Jean (1988), *The Theory of Industrial Organization*, Cambridge, MA: M.I.T Press

7. Apéndice

7.1. Demostración 1

Del modelo tradicional propuesto por Hotelling (1929) y extendido por Neven (1985), maximizamos las ganancias de la firma, donde la demanda está dada por el consumidor indiferente mostrado en ecuación (1). Entonces, la función a maximizar por la firma i es:

$$\underset{P_i}{M\acute{a}x}\, \Pi_i = \left(\tfrac{P_j - P_i}{2b(x_1 - x_2)} + \tfrac{x_1 + x_2}{2} \right) (P_i - c)$$

De donde obtenemos la reacción de precios óptima:

$$P_i = \tfrac{P_j}{2} + \tfrac{c}{2} + \tfrac{b}{2} \left(x_2^2 - x_1^2 \right)$$

Por lo tanto, resolviendo el sistema para P_i y P_j obtenemos:

$$P_i = P_j = P(x_1, x_2) = c + b \left(x_2^2 - x_1^2 \right)$$

Siendo los precios y costos marginales iguales, y los consumidores distribuidos uniformemente, podemos imponer simetría en ubicación y en porcentaje del mercado atendido. Así, cada una venderá a un 1/2 del mercado y se ubicarán tal que $x_1 = 1 - x_2 = x$. Esto implica que los precios y utilidades quedarán:

$$P_i = P_j = P(x) = c + b(1 - 2x)$$

$$\Pi_i = \Pi_j = \Pi(x) = \tfrac{c + b(1-2x)}{2}$$

Luego, podemos notar que el x que maximiza estas ganancias es el menor posible. Así, concluimos que las ubicaciones óptimas serán:

$$x = x_1^* = 0$$

$$x_2^* = 1$$

■

7.2. Demostración 2

Para decidir cuál es el precio óptimo para este problema, debemos pensar en qué restricciones debemos aplicarle. En primer lugar, como la valoración por el bien es a lo más 1, el precio no puede exceder de la valoración máxima ya que nadie compraría el bien. Por lo tanto, sabemos por un lado que $P \in [0, 1]$. En este mismo sentido, el costo marginal c no podrá exceder el precio de venta ya que las utilidades serían negativas, por lo tanto también sabemos que es necesario que $c \in [0, 1)$ para que existan utilidades positivas. Por último, tenemos que el costo de transporte b deberá, además de ser positivo, no ser muy grande para que al menos el consumidor con más valoración en la posición de indiferencia quiera consumir, es decir $0 < b < 2(1 - P_i)$.

Procedemos ahora a analizar la factibilidad de cada uno de estos precios. Observemos primero el precio con el signo "+" delante de la raíz, lo que nos dice que, para que $P_i \leq 1$ necesitamos que el numerador sea menor o igual al denominador. Es decir:

$$\sqrt{13b^2 + 4bc - 4b + 4c^2 - 8c + 4} + 3b + 2c + 2 \leq 4$$

Lo que nos lleva a la siguiente expresión:

$$b < \tfrac{2c-4}{4}$$

Como podemos ver, para cualquier $c \in [0, 1)$, el costo de transporte deberá ser negativo para que se cumpla esta restricción, lo que es contra intuitivo a este problema, asumiendo que estar lejos de la firma implica un costo para el consumidor que deberá pagar a la hora de consumir. Por lo tanto, este precio queda descartado, y nos quedamos con el otro ya que si miramos la desigualdad para el sentido contrario esto siempre se cumplirá. Así, concluimos que el precio de competencia para este modelo será:

$$P^C = \tfrac{-\sqrt{13b^2+4bc-4b+4c^2-8c+4}+3b+2c+2}{4}$$

El cual, dadas las restricciones sobre b y c, tanto el interior de la raíz como P^C siempre serán positivos.

$\blacksquare$

7.3. Demostración 3

Al imponer simetría en precios, podemos imponer inmediatamente simetría en ubicación ($x_1 = 1 - x_2 = x$), por lo que la demanda total enfrentada por el monopolio será lo mismo que dos veces la demanda enfrentada por una de las firmas.

$$\underset{P}{M\acute{a}x}\ \Pi^M = 2\left(\tfrac{1-P}{2} - \tfrac{b}{3}\left(\tfrac{1-2x}{2}\right)^3 - \tfrac{b}{3}x^3\right)(P-c)$$

De donde obtenemos el precio monopólico en función de las ubicaciones, es decir:

$$P^M(x) = \tfrac{1+c}{2} - \tfrac{b}{24}(1-2x)^3 - \tfrac{b}{3}x^3$$

El cual reemplazado en la función de utilidad genera ganancias correspondientes a:

$$\Pi^M(x) = \left(\tfrac{1-c}{2} - \tfrac{b}{24}(1-2x)^3 - \tfrac{b}{3}x^3\right)^2$$

Ahora, para encontrar las ubicaciones óptimas que elegirán las firmas, maximizamos estas utilidades eligiendo la ubicación. Por lo tanto:

$$\underset{x}{M\acute{a}x}\ \Pi^M = \left(\tfrac{1-c}{2} - \tfrac{b}{24}(1-2x)^3 - \tfrac{b}{3}x^3\right)^2$$

De donde obtenemos la CPO:

$$[x] : 2\left(\tfrac{1-c}{2} - \tfrac{b}{24}(1-2x)^3 - \tfrac{b}{3}x^3\right)\left(b\tfrac{(1-2x)^2}{4} - bx^2\right) = 0$$

Y despejamos las ubicaciones óptimas:

$$x_1^* = 1/4$$

$$x_2^* = 3/4$$

■

7.4. Demostración 4

De la CPO en la ecuación (6), obtenemos una ecuación cuadrática que arrojará dos posible resultados para el precio óptimo de desvío:

$$P_1^D = \tfrac{4b}{9}\left(\tfrac{c}{b} + \tfrac{5}{4b} + \tfrac{7}{16} \pm \sqrt{\left(-\tfrac{c}{b} - \tfrac{5}{4b} - \tfrac{7}{16}\right)^2 - \tfrac{9}{2b}\left(\tfrac{3c^2}{32b} + \tfrac{13c}{16b} - \tfrac{49b}{512} + \tfrac{7}{32b} + \tfrac{7c}{64} + \tfrac{21}{64}\right)}\right)$$

Analizando cuál es el precio de desvío correspondiente en este caso, debemos tomar en consideración que este no sólo debe ser menor que 1, sino que también $P_1^D < P^M$. Es por esto que imponemos la restricción:

$$\frac{4b}{9}\left(\frac{c}{b}+\frac{5}{4b}+\frac{7}{16}\pm\sqrt{\left(-\frac{c}{b}-\frac{5}{4b}-\frac{7}{16}\right)^2-\frac{9}{2b}\left(\frac{3c^2}{32b}+\frac{13c}{16b}-\frac{49b}{512}+\frac{7}{32b}+\frac{7c}{64}+\frac{21}{64}\right)}\right)<\frac{1+c}{2}-\frac{b}{8}$$

Lo que nos arrojará que:

$$\pm\sqrt{\left(-\frac{c}{b}-\frac{5}{4b}-\frac{7}{16}\right)^2-\frac{9}{2b}\left(\frac{3c^2}{32b}+\frac{13c}{16b}-\frac{49b}{512}+\frac{7}{32b}+\frac{7c}{64}+\frac{21}{64}\right)}<\frac{c-1}{8b}-\frac{23}{32}$$

Como para cualquier $c \in [0,1)$ se cumple que el lado derecho de la desigualdad es estrictamente negativo, entonces el lado izquierdo con mayor razón deberá serlo, por lo que necesitaremos que el signo delante raíz sea negativo. Concluimos entonces que, el precio óptimo de desvío será:

$$P_1^D=\frac{4b}{9}\left(\frac{c}{b}+\frac{5}{4b}+\frac{7}{16}-\sqrt{\left(-\frac{c}{b}-\frac{5}{4b}-\frac{7}{16}\right)^2-\frac{9}{2b}\left(\frac{3c^2}{32b}+\frac{13c}{16b}-\frac{49b}{512}+\frac{7}{32b}+\frac{7c}{64}+\frac{21}{64}\right)}\right)$$

■

7.5. Demostración 5

Para que el efecto en los precios de competencia sea mayor que en los precios colusivos, necesitamos que:

$$\frac{1}{4}\left(\frac{8-8c-4b}{2\sqrt{13b^2+4bc-4b+4c^2-8c+4}}+2\right)>\frac{1}{2}$$

Lo que nos lleva a que es necesario que:

$$b<2(1-c)$$

Vemos que la restricción impuesta sobre b en la ecuación (10), es más restrictiva que la recientemente expuesta. Por lo tanto, podemos decir que el efecto de un aumento en el costo sobre los precios siempre será mayor en precios copetitivos que en precios monopólicos, cuando hablamos de bienes sustitutos.

■