



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANÁLISIS ECONOMETRICO DEL ABASTECIMIENTO DE MEDICAMENTOS EN EL
MERCADO PÚBLICO VÍA LICITACIONES, CONVENIOS MARCO Y CENABAST

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE OPERACIONES
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FERNANDO JAVIER GALDAMES PAREDES

PROFESOR GUÍA:
MARCELO OLIVARES ACUÑA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
GABRIEL WEINTRAUB YADLIN
FERNANDO ORDOÑEZ PIZARRO

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por Columbia-Chile Fund Conicyt

SANTIAGO DE CHILE

2015

Resumen

En el presente trabajo se realiza un análisis empírico al mercado público de medicamentos en Chile, principalmente a la adquisición de medicamentos por parte de organismos públicos vía Cenabast, Convenio marco y Licitación. Se utilizan datos de transacciones reales del mercado público y los pedidos realizados a Cenabast, obtenidos con la colaboración de Chilecompras y Cenabast, para responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las características de los compradores o de los productos que acentúan las diferencias de precio entre canales de compra? ¿Cuál fue el efecto en precio y participación de los canales existentes, es decir licitación y Cenabast, al comenzar a regir los nuevos Convenios marco?

El primer logro de esta investigación fue la creación de un repositorio de datos, que contiene todos los datos recolectados durante la investigación, incluida una base de datos consolidada que fusiona la información de Chilecompras y Cenabast. Esto permitió realizar un análisis novedoso en este mercado y permitirá que se realicen futuras investigaciones. En este documento se incluye una descripción de tal repositorio.

A partir del análisis y experimentos realizados, se logra determinar que las características de los medicamentos que más influyen en la dispersión de precios son si el medicamento se encuentra en un programa ministerial y que tan monopólico sea el mercado para ese producto. Esta conclusión se enmarca dentro de lo que la teoría económica indica que sucede en mercados monopólicos y se corrobora con los resultados empíricos. Otra conclusión importante de esta parte del estudio, es el hecho de la existencia de un “gap” de dispersión de precios entre canales transversal al tipo de medicamento que se analice. Respecto a las características de los compradores, no se logran observar diferencias significativas en los precios que enfrentan, por lo que no hay evidencia de discriminación de precios o ventajas intrínsecas según segmento al cual pertenezcan o la región de origen.

El estudio al impacto de la introducción de convenio marco como alternativa de compra, indica que no se puede afirmar que ésta haya tenido un efecto en los precios vistos por los canales previamente existentes. Lo que si se puede afirmar de este análisis, es el hecho de que convenio marco no le quitó participación a las ventas realizadas por licitación pero si influyó en que los compradores públicos solicitaran menos a Cenabast, en relación a los medicamentos que no entraron a convenio marco. Además se concluye que Convenio marco expandió el tamaño del mercado.

Finalmente, se realizan recomendaciones al diseño del mercado público de medicamentos y a las interacciones entre sus vías de adquisición. Además se dejan propuestas futuras investigaciones, que quedaron fuera del alcance de este trabajo.

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Formulación de Hipótesis	3
1.1. Mercado Público	3
1.1.1. Ley de Compras Públicas 19.886	5
1.1.2. Mecanismos de Adquisición Pública	6
1.1.3. Proceso de Compra	7
1.1.4. Variables relevantes para la compra	8
1.1.5. Mercado Público de Medicamentos	9
1.2. Planteamiento de Hipótesis	10
1.2.1. Dispersión de precios entre canales	10
1.2.2. Introducción Convenio marco	11
1.3. Objetivos de la investigación	12
2. Análisis exploratorio de datos	13
2.1. Recopilación de datos	13
2.1.1. Origen de la información	13
2.1.2. Homologación de las fuentes	16
2.1.3. Limpieza de los datos	17
2.1.4. Set de datos finales	17
2.2. Gráficos descriptivos	20
2.2.1. Principales compradores	20
2.2.2. Drogas más vendidas	22
2.2.3. Participaciones por canal	23
2.2.4. Participación laboratorios	24
2.2.5. Orden de compra promedio vs precio	25
3. Estudio de parámetros que influyen en dispersión de precios de medicamentos entre Licitación, Convenios Marco y Cenabast	27
3.1. Metodología	27
3.1.1. Parámetros	30
3.1.2. Variables dependientes	30
3.1.3. Variables independientes	31
3.2. Resultados Empíricos	33
3.2.1. Análisis a compras agregadas	33
3.2.2. Análisis a compras desagregadas	39

4. Medición de impacto de introducción de Convenios Marco de medicamentos 1 y 2 en Licitación y Cenabast	40
4.1. Metodología	40
4.1.1. Parámetros	43
4.1.2. Variables dependientes	43
4.1.3. Variables independientes	43
4.2. Resultados Empíricos	45
4.2.1. Licitación vs Convenio Marco	45
4.2.2. Cenabast vs Convenio Marco	56
Conclusión	61
A. Anexos	64
A.1. Columbia-Chile Fund	64
A.2. Dirección Chilecompras	64
A.2.1. Descripción organización	65
A.2.2. Misión y Visión	65
A.3. Cenabast	66
A.3.1. Descripción organización	66
A.3.2. Misión y Visión	67
B. Bibliografía	68

Índice de tablas

3.1. Comparación EF vs EA	30
3.2. Equivalencia formato original versus “dummy”	32
3.3. Comparación máximos y mínimos	34
3.4. Comparación precios relativos	34

Índice de figuras

1.1.	Participación número de licitaciones por sector 2007-2013	4
1.2.	Participación montos transados por sector 2007-2013	4
1.3.	Evolución montos transados 2007-2013	5
1.4.	Prioridad de compra para compradores públicos	7
1.5.	Evolución montos en rubro medicamentos 2007-2013	9
1.6.	Participación por sector en rubro medicamentos 2007-2013	9
2.1.	Esquema resumen fuente de los datos	15
2.2.	Modelo estrella de la base consolidada	15
2.3.	Esquema del período de estudio	17
2.4.	Resumen set de datos compras efectivas agregadas	18
2.5.	Resumen set de datos compras efectivas + Cenabast desagregado	18
2.6.	Participación por segmento 2011-2012	20
2.7.	Principales compradores 2011-2012	21
2.8.	Principales drogas compradas 2011-2012	22
2.9.	Principales acciones terapéuticas 2011-2012	23
2.10.	Participación por canal de compra 2011-2012	24
2.11.	Principales proveedores 2011-2012	24
2.12.	Participación por tamaño proveedor 2011-2012	25
2.13.	OC promedio vs precio - Aspirina	26
3.1.	Dispersión de precios relativos ponderados	34
3.2.	Resultados regresión panel 1	36
3.3.	Resultados regresión panel 2	37
3.4.	Resultados regresión panel 3	38
3.5.	Resultados regresión panel 4	39
4.1.	Método DD	40
4.2.	Esquema de los períodos a utilizar	41
4.3.	Resultados regresión comparación precio CM 1 vs precio licitación	46
4.4.	Resultados regresión comparación precio CM 2 vs precio licitación	47
4.5.	Crecimiento ventas período 0 a 1 en productos que no entraron a CM 1	48
4.6.	Crecimiento ventas período 0 a 1 en productos que entraron a CM 1	49
4.7.	Resultados regresión comparación participación CM 1 vs participación licitación	50
4.8.	Resultados regresión comparación participación CM 2 vs participación licitación	51
4.9.	Efecto económico entrada de CM 1 sobre el tamaño del mercado	52
4.10.	Efecto económico entrada de CM 2 sobre el tamaño del mercado	52

4.11. Resultados regresión efecto de canibalización de CM 1 sobre Licitación . . .	54
4.12. Resultados regresión efecto de canibalización de CM 2 sobre Licitación . . .	55
4.13. Resultados regresión comparación precio CM 1 vs precio cenabast	57
4.14. Resultados regresión comparación participación CM 1 vs participación cenabast	59
4.15. Resultados regresión efecto de canibalización de CM 1 sobre Cenabast	61
A.1. Logo Institucional Dirección Chilecompras	64
A.2. Logo Institucional Cenabast	66

Introducción

Con la promulgación de la ley 19.886[1] en el año 2003 el Gobierno de Chile optó por incorporar como mecanismo de adquisición público un sistema donde la decisión de compra sea compartida por una autoridad central y las divisiones locales que finalmente utilizarán el bien. Este nuevo mecanismo se denomina **convenio marco**, donde la autoridad central en este caso Chilecompras, selecciona una canasta de bienes diferenciados y elige a las empresas que proveerán estos bienes al estado a través de una licitación pública. La lógica detrás de ocupar este mecanismo es explotar el poder de compra del organismo central y a la vez mantener un grado de variedad en los productos que tienen disponibles los compradores públicos. Esto se extiende al mercado público de medicamentos, con los convenios marco de medicamentos I y II creados en los meses de abril de 2011 y febrero de 2013.

En Chile la compra pública de medicamentos es un mercado en crecimiento, el cual tiene muchas características que lo distinguen de otro tipo de mercados; la primera de sus características es el rol social que se cumple al proveer medicamentos a la población, los Hospitales, Cenabast, los consultorios y los servicios de salud corresponden al 86 % del gasto público en medicamentos; otra característica es que los compradores públicos tienen a su disposición más canales para adquirir los bienes, ya que además pueden comprar los medicamentos a la organización pública Cenabast.

La Central de Abastecimiento del Sistema Nacional de Servicios de Salud o Cenabast, es una institución pública, descentralizada, autofinanciada y dependiente del Ministerio de Salud, cuya misión es gestionar con eficiencia el abastecimiento de medicamentos, dispositivos médicos, insumos y alimentos para el sistema público de salud. Los compradores públicos pueden solicitar que Cenabast actúe como intermediario para sus compras, sumándose con otros organismos públicos que necesiten el mismo medicamento, para que Cenabast realice una sola gran licitación por esta demanda agregada. A través de explotar este poder de compra se logra mejores precios para los compradores públicos, los cuales pagan una comisión a Cenabast por este ahorro generado.

Debido a la existencia de estos múltiples canales de compra, surgen dudas respecto a la eficiencia de cada canal para lograr proveer medicamentos a un bajo costo y en las mejores condiciones comerciales posibles. Lo que es claro para el sector público es que por cada canal en general se logra un precio distinto, por lo que surge la interrogante **¿ Cuáles son las características de los compradores o de los productos que acentúan las diferencias de precio entre canales de compra?**

Otro aspecto interesante de este mercado es que en un principio no existía la opción de comprar por Convenio marco, pero a partir de abril del 2011 para un subconjunto de medicamentos el mercado cambio radicalmente y esto se hizo una posibilidad. Es natural preguntarse que dado este gran cambio de la composición del mercado, **¿ Cuál fue el efecto en precio y participación de los canales existentes, es decir licitación y Cenabast, al comenzar a regir los nuevos Convenios marco?**

El presente trabajo, titulado: **“Análisis econométrico del abastecimiento de medicamentos en el mercado público vía Licitaciones, Convenios marco y Cenabast”**, utiliza datos de transacciones reales en el mercado público y la programación de los pedidos de Cenabast para estudiar como interactúan estos tres canales de adquisición y dar respuesta a cada una de estas interrogantes, a través de hipótesis cuidadosamente formuladas.

La investigación aquí realizada provee una perspectiva única, ya que combina información de la dirección Chilecompras y de Cenabast, en un intento por estudiar cuales son los aspectos que marcan las diferencias de precio y sobre que tipo de productos impactó más la creación de los convenios marco. Se espera que se puedan utilizar las conclusiones obtenidas de la investigación como apoyo a la toma de decisiones para convenios marco de medicamentos que se implementen a futuro.

Una de las limitaciones de este estudio, es que no considera los tratos directos realizados por los compradores públicos, si bien esta información existe en las bases de datos obtenidas, están en un formato no estándar y su procesamiento para utilizar la información esta fuera de los alcances de esta investigación.

Capítulo 1

Formulación de Hipótesis

1.1. Mercado Público

Mercado Público se entiende como el conjunto de bienes que tienen que comprar o adquirir las entidades públicas para el desarrollo de sus funciones. Las compras públicas están regidas bajo la ley 19.886[1], la cual establece que el organismo encargado de administrar estas compras es la Dirección de Compras y Contratación Pública, a la cual de ahora en adelante nos referiremos como Chilecompra.

MercadoPublico.cl como plataforma de licitaciones de Chilecompra[2], es un espacio de oferta y demanda con reglas y herramientas comunes, administrado por Chilecompra. En esta plaza de negocios se transan todos los bienes y servicios de la gran mayoría de las entidades públicas, como consecuencia los contratos públicos se derivan de las transacciones que se producirán en este espacio virtual. Este mercado electrónico que tiene como fin hacer más transparente y eficiente la contratación entre compradores y proveedores del Estado, cuenta con funcionalidades que permiten la publicación y búsqueda de oportunidades de negocio en el Estado. Entre otras funcionalidades se encuentran:

1. Elaboración de términos de referencia.
2. Preguntas y aclaraciones.
3. Elaboración y gestión de ofertas.
4. Suscripción de órdenes de compra y contratos.
5. Calificaciones y reclamos.

En el mercado público participan 850 instituciones públicas, más de 112.000 proveedores repartidos por todo el país, con más de US\$7.000 millones transados anualmente[4]. Las entidades o contrataciones públicas que no tienen la obligación de registrarse por las normas del mercado público, son: Obras públicas (MOP y MINVU), Armamento de guerra, Instrumentos financieros, Contratación de personal de administración y las Empresas estatales.

Los compradores públicos se clasifican en 7 sectores:

1. Salud
2. Obras públicas
3. Municipalidades
4. Legislativo y judicial
5. Gob. Central y Universidades
6. FFAA
7. Otros

A continuación se puede observar la distribución por sector de la cantidad de licitaciones adjudicadas y montos transados durante el período 2007-2013 en todo el sector público:



Figura 1.1: Participación número de licitaciones por sector 2007-2013



Figura 1.2: Participación montos transados por sector 2007-2013

Si se observa la figura 1.1, podemos ver que por número de licitaciones el sector más grande son las municipalidades, pero están asociadas a licitaciones que en promedio transan montos bajos. Al ver la figura 1.2 vemos que el sector que transa mayor cantidad de dinero es el sector de la salud, además, se puede observar en la siguiente figura que el sector salud ha ido aumentando en cantidad de dinero transado y su proporción respecto a los otros sectores.

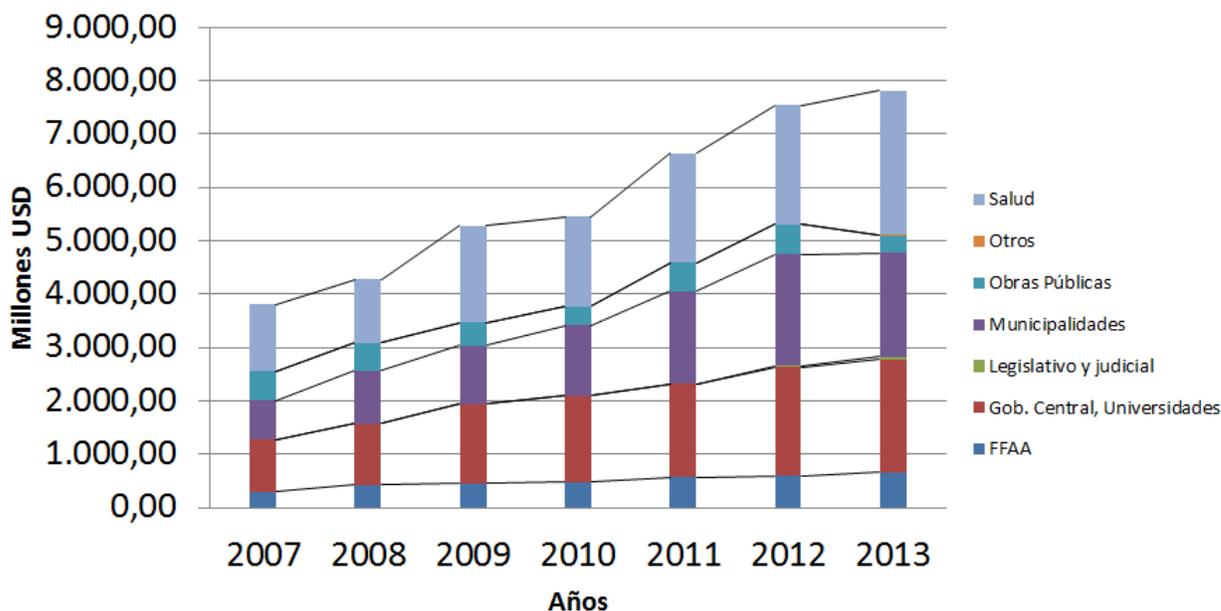


Figura 1.3: Evolución montos transados 2007-2013

1.1.1. Ley de Compras Públicas 19.886

En Chile, la ley que rige las compras públicas es la ley 19.886[1], la cual fue promulgada el día 11 de julio de 2003. Esta ley se titula *Ley de bases sobre contratos administrativos de suministro y prestación de servicios* y en ella se detallan los mecanismos de adquisición de bienes públicos y las entidades públicas que están sujetas a éstos.

La ley de compras públicas en Chile, tiene una particularidad que la diferencia de otras iniciativas similares en la región, la cual es que instruye al comprador público que la adquisición de bienes o servicios no se puede guiar solamente realizando un análisis del precio de la oferta, sino que debe escogerse la oferta que sea la combinación más ventajosa entre todos los beneficios del bien o servicio por adquirir y todos sus costos asociados, presentes y futuros.

En las siguientes subsecciones se detallarán los mecanismos a través de los cuales pueden adquirir productos los compradores públicos, el proceso de prioridades que deben seguir y cuales son las variables que deben considerar al realizar su elección.

1.1.2. Mecanismos de Adquisición Pública

Convenio Marco

El Convenio Marco[5] es un mecanismo de compra definido en la Ley 19.886 de compras públicas cuyos principales objetivos son: 1. Ofrecer a los compradores del Estado productos y servicios en condiciones técnicas y comerciales óptimas, particularmente en términos de precio y plazo de entrega. 2. Reducir los costos y riesgos administrativos en las adquisiciones de bienes y servicios comúnmente requeridos por los distintos organismos públicos, disminuyendo los inventarios y el tiempo para realizar estos procesos, liberando así recursos humanos para otras tareas.

Los productos y servicios en Convenio Marco están disponibles para los compradores del Estado en el catálogo electrónico ChileCompra Express, disponible en: www.chilecompra.cl. Éste es un catálogo multi-proveedor, esto implica que un mismo producto o servicio en Convenio Marco puede ser ofrecido por distintos proveedores.

Licitación

Las licitaciones son un mecanismo de adquisición pública, las cuales constan de un procedimiento administrativo de carácter concursal mediante el cual la administración realiza un llamado público o privado, convocando a los interesados para que, adhiriendo a las bases fijadas, formulen propuestas, de entre las cuales se seleccionará y aceptará la más conveniente.

En este contexto, las bases de licitación son documentos aprobados por la autoridad competente, contienen el conjunto de requisitos, condiciones y especificaciones, establecidos por la Entidad Licitante, describen los bienes y servicios a contratar y regulan el proceso de compras y el contrato definitivo.

Trato directo

El trato directo[6] es un proceso de compra simplificado y excepcional, definido como aquel procedimiento de contratación que, por la naturaleza de la negociación que conlleva, debe efectuarse sin la concurrencia de los requisitos señalados para la licitación pública o privada (circunstancia que debe ser acreditada). El trato directo se debe usar sólo cuando es estrictamente necesario y su utilización debe ser justificada.

El objetivo del trato o contratación directa es ser un procedimiento ágil y sencillo para seleccionar y contratar a los proveedores de un bien o servicio requerido, cuando concurren determinadas circunstancias establecidas en el ordenamiento jurídico, que justifican la no utilización de los procesos de licitación. La normativa contempla este proceso de compra en consideración a variables, características y circunstancias especiales que requieren un procedimiento de compra simplificado y más expedito y que justifican la no exigencia de todas las formalidades propias de una licitación, es decir, que en casos especiales se recurre a un tipo de compra más rápida y con menos requisitos que los de una licitación.

1.1.3. Proceso de Compra

La normativa de compras públicas, indica al comprador cual debe ser su prioridad al momento de iniciar la compra de un bien o un servicio. Primero debe buscar si el producto se ofrece en el catálogo electrónico de la tienda de convenios marco, si la compra es superior a 1000UTM debe realizarse una licitación aparte para el producto. Si el producto no se encuentra o no cumple las condiciones mínimas requeridas también se debe pasar a licitación. Si la licitación pública se declara desierta, se debe realizar una licitación privada. Solamente cuando la licitación privada se declara desierta, se puede proceder a realizar un trato directo con algún proveedor que tenga el bien o servicio buscado. Esta información se resume en la siguiente figura:



Figura 1.4: Prioridad de compra para compradores públicos

1.1.4. Variables relevantes para la compra

- **Calidad[5]:** Los estándares de calidad de los productos y servicios en ChileCompra Express se definen en las respectivas bases de licitación. Sin embargo, sobre este nivel, los distintos proveedores pueden ofrecer productos o servicios de distinta calidad. Respecto de este punto, se sugiere revisar características como: desempeño, materiales, rendimiento, certificaciones, garantías, respaldo, costo de insumos, etc.
- **Precio:** Un mismo producto puede ser ofrecido a distintos precios en el catálogo dependiendo de la oferta de cada proveedor y de las condiciones comerciales complementarias.
- **Condiciones Comerciales:** Son complementarias al precio y calidad. Deben ser consideradas para realizar una compra. Un mismo producto puede tener distintas Condiciones Comerciales dependiendo de la oferta de cada proveedor. Cada Convenio tiene Condiciones Comerciales específicas dependiendo del tipo de producto o servicio en cuestión, sin embargo las más frecuentes son:
 - Monto Mínimo de Orden de Compra: Es el valor mínimo de la Orden de Compra que el proveedor está dispuesto a aceptar.
 - Tiempo de Despacho: Es el tiempo que el proveedor demorará en hacer entrega de los bienes o servicios que sean adquiridos por Convenio Marco.
 - Tiempo de Reposición: Es el tiempo que el proveedor demorará en cambiar un producto o servicio con problemas, que haya sido adquirido por Convenio Marco.
 - Costo de Flete: Corresponde al costo de despachar los productos o servicios comprados a través de Convenio Marco al comprador específico. Si el despacho se hace dentro de la región base del proveedor, este costo es cero.
 - Garantías Adicionales: Garantías adicionales a las básicas del producto o servicio.
 - Descuentos por Volumen: Permite que los compradores obtengan descuentos especiales según demanda agregada.
 - Servicios Adicionales: Los distintos proveedores en ChileCompra Express refuerzan su oferta mediante servicios adicionales para los bienes o servicios que se ofrecen. Estos pueden incluir asesorías especializadas para la utilización de productos, la posibilidad de disponer de productos en demostración y soporte permanente entre otros.

1.1.5. Mercado Público de Medicamentos

Los productos transados en el mercado público, son categorizados en 56 rubros según su uso y función. De estos rubros, esta investigación se centra en el rubro denominado "Medicamentos y Productos Farmacéuticos", debido al rol social asociado a la adquisición de éstos por parte de los organismos públicos. A continuación podemos observar los montos en millones de dólares utilizados en productos asociados al rubro de medicamentos:

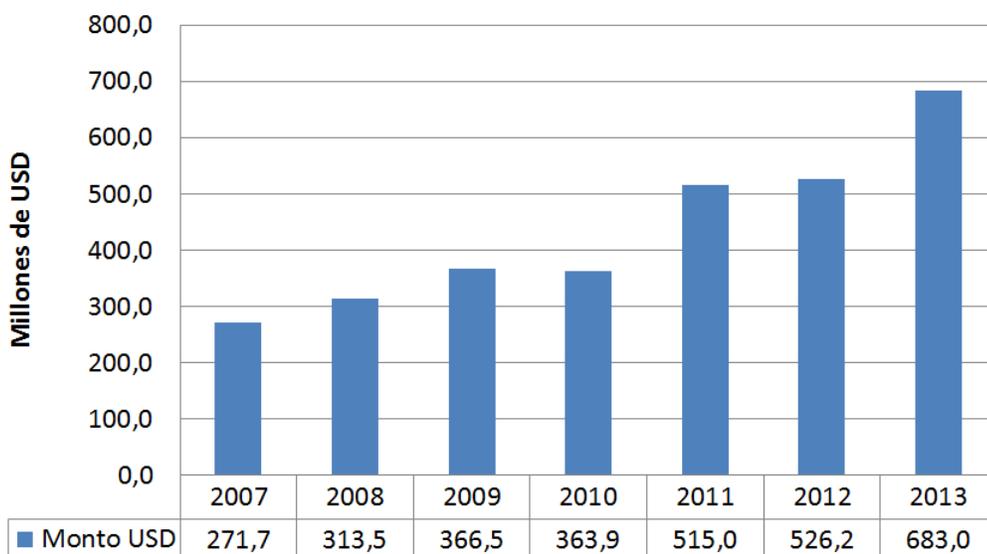


Figura 1.5: Evolución montos en rubro medicamentos 2007-2013

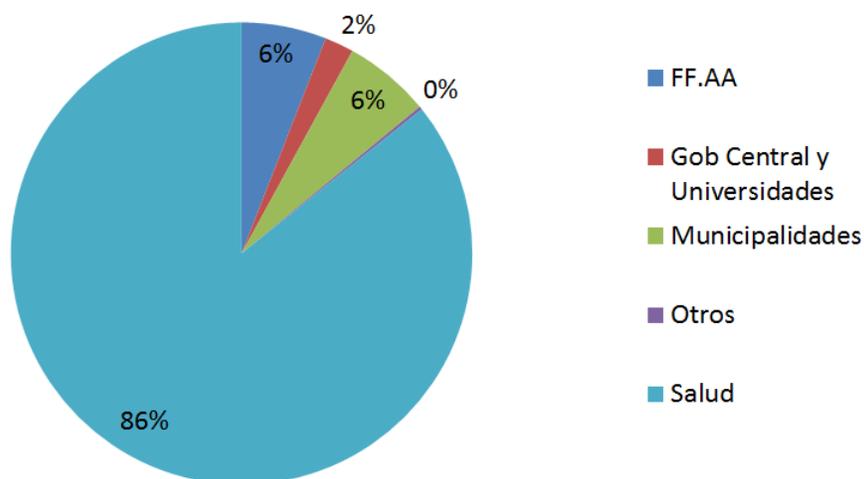


Figura 1.6: Participación por sector en rubro medicamentos 2007-2013

Al mirar la proporción de gastos de cada sector en medicamentos, podemos ver que el 86 % de la compra de medicamentos la realiza el sector de la salud, el cual está formado por las siguientes instituciones:

1. Hospitales
2. Cenabast
3. Consultorios
4. Servicios de salud

1.2. Planteamiento de Hipótesis

1.2.1. Dispersión de precios entre canales

Habiendo leído las características del mercado público de medicamentos y del mercado público en general, lo primero que se observa es que los organismos públicos tienen varias vías para adquirir productos, cada una con distintas reglas y condiciones. Además para el caso de adquirir medicamentos, se suma un canal adicional, el cuál es que los proveedores pueden comprar los productos a través de Cenabast. En esta línea, Cenabast tiene el mandato de ser el proveedor de los medicamentos en programa ministerial, los cuales las instituciones igual pueden adquirir por fuera de Cenabast. Es por esto que la primera hipótesis que se plantea es que Cenabast logra mucho mejores precios en estos medicamentos, debido a las grandes cantidades de estos que adquiere, esto es:

Hipótesis 1: Si un medicamento está en programa ministerial, se acentúa la diferencia entre Cenabast y los otros canales

Otras características de los medicamentos son su formato y su tipo de material. El primero hace referencia a si viene en comprimidos, frasco u otro y el segundo a si es un suero, psicotrópico u otro. Ambas variables toman relevancia cuando se descubre que dependiendo de su clasificación es necesario tomar distintas precauciones para el transporte, aumentando el costo del flete. Dado que Cenabast no cobra un recargo a las instituciones por transporte de la mercancía y los otros canales si cobran por flete, es natural preguntarse si las características o facilidad de transporte influyen en las diferencias de precio:

Hipótesis 2: La diferencia de precio entre canales, varía según formato del medicamento

Hipótesis 3: La diferencia de precio entre canales, varía según el tipo de material del medicamento

Siguiendo esta misma línea de pensamiento, dado que Cenabast cobra la misma tarifa a todos los compradores públicos, independiente de si se encuentran en Punta Arenas o Santiago, se espera que la diferencia de precio entre Cenabast y el resto de los canales sea mayor mientras más lejos de Santiago se encuentre el comprador.

Hipótesis 4: La dispersión de precio entre los canales depende de la distancia a Santiago del comprador público

Cenabast también cobra lo mismo a los diversos compradores independiente al segmento al cual pertenezcan, por ejemplo si son un hospital o una municipalidad. Una situación posible, es que debido a que los segmentos adquieren medicamentos en distintas cantidades, algunos segmentos tengan mayor poder de negociación que otros. Esto implacaría que algunos segmentos logran mejores precios que otros en el canal de licitación, lo que aumentaría la brecha de precios entre Cenabast y este canal, para ese segmento en particular. Se plantea la siguiente hipótesis:

Hipótesis 5: El segmento al cual pertenece el comprador público, influye en la dispersión de precio

Cuando se estudia un mercado como este donde las barreras de entrada son altas, las primeras preguntas que surgen es respecto a los niveles de competencia y monopolio que existen actualmente. Para esto se plantea la hipótesis de que si el mercado para cierto medicamento es muy monopólico, en todos los canales se observará un precio similar o existirá una brecha muy pequeña. Otra característica de este mercado es que hay laboratorios o proveedores desde microempresas a grandes compañías, por lo que se plantea que el tamaño de la empresa proveedora afecta los precios vistos por el mercado, esto es:

Hipótesis 6: La concentración de mercado, disminuye la diferencia de precio entre canales

Hipótesis 7: El tamaño del laboratorio proveedor, influye en la diferencia de precio entre canales

1.2.2. Introducción Convenio marco

Un aspecto interesante del mercado público de medicamentos es que en abril de 2011 y febrero de 2013 comenzaron a regir los nuevos convenios marco de medicamentos 1 y 2 respectivamente. Cada uno estos convenios marco abarca acciones terapéuticas distintas, por lo cual, involucran distintos grupos de medicamentos. Además hay medicamentos que nunca se han vendido a través de convenio marco. Dado que en estas fechas se abrieron nuevos canales de compra de medicamentos, que según la ley deberían ser la primera opción de compra para los compradores públicos, nace la interrogante de saber cómo fueron afectados los distintos canales de compras existentes al ingresar estas nuevas alternativas.

Debido a que a través de convenio marco participan un subconjunto de los proveedores, es natural pensar que esto pondría una presión en los proveedores restantes para bajar sus precios, ya que se introdujo más competencia. Esto podría tener un efecto a la baja de precios en los canales de licitación y Cenabast. Se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis a: El ingreso de convenio marco introdujo más competencia, por lo que bajaron los precios de licitación

Hipótesis b: El ingreso de convenio marco introdujo más competencia, por lo que bajaron los precios alcanzados por Cenabast

Además surge la interrogante al respecto de donde vienen los compradores públicos que ahora están comprando por Convenio marco. Las dos hipótesis para explicar esto es que si se cambiaron de un canal previamente existente o si la introducción de Convenio marco atrajo compradores nuevos. Debido a que los compradores públicos por normativa debieran visitar primero la tienda de Convenio marco antes que realizar licitaciones, es natural pensar que el ingreso de convenio marco le quito participación de mercado al canal de las licitaciones. Respecto a Cenabast, comprar por convenio marco ofrece obtener los productos de forma inmediata y no una adquisición anual por lo que se cree que esta ventaja afectaría la participación de mercado de Cenabast. Para estudiar esta interrogante se propone las siguientes hipótesis:

Hipótesis c: El ingreso de convenio marco le quitó participación a licitación

Hipótesis d: El ingreso de convenio marco le quitó participación a Cenabast

1.3. Objetivos de la investigación

El principal objetivo de esta investigación es aprovechar la oportunidad de trabajo en conjunto con las instituciones Cenabast y la dirección Chilecompras, para analizar el mercado público de medicamentos con el fin de identificar potenciales mejoras que permitan aumentar su eficiencia. Además, a través de este estudio se espera evaluar potenciales cambios en el diseño de estos canales de adquisición que permitan mejorar su integración y por esta vía agregar valor a los compradores públicos y como consecuencia al país.

Para esto se definen los siguientes objetivos específicos:

- Estudiar las demandas por medicamentos de servicios públicos a través de distintos canales de compra, incluyendo convenios marco, licitaciones y licitaciones públicas realizadas por Cenabast.
- Testear hipótesis basadas en la teoría para identificar qué características de los medicamentos o de los compradores tienen un mayor impacto en los precios.
- Modelar empíricamente la introducción de convenio marco como nueva opción de compra ya que este es un factor crucial que cambió la composición del mercado.

Capítulo 2

Análisis exploratorio de datos

En el presente capítulo se explican las fuentes de los datos sobre los cuales se trabajó la hipótesis y como éstos fueron procesados para su utilización. A continuación se realizan gráficos descriptivos para ver cuales son los principales compradores, las drogas más vendidas, participaciones de mercado por canal, los laboratorios más importantes y como fluctúa el precio según el tamaño de la orden de compra. Para finalizar, se realiza un análisis a la dispersión de precios por cada canal.

2.1. Recopilación de datos

2.1.1. Origen de la información

Para poder estudiar el mercado de compras públicas de medicamentos es necesario contar con información de las compras realizadas por los diversos establecimientos, por lo cual fue necesario conseguir datos desagregados a nivel de establecimiento y a un producto único. En particular el mercado de medicamentos es difícil de categorizar ya que para el mismo compuesto químico existen distintos formatos de presentación y distintas concentraciones.

El proceso de recopilación de datos comenzó en marzo de 2014, cuando se empezó a recibir respaldos de la base de datos de Chilecompra en contexto del proyecto de investigación “Public Procurement Mechanisms: From Practice to Research (and Back Again)” y termina en octubre de 2014 con un acuerdo para recibir datos recopilados por Cenabast durante sus procesos licitatorios. Las diversas bases de datos conseguidas fueron procesadas para unir la información contenida en cada una, logrando una sola base de datos consolidada. Las distintas fuentes de información se describen a continuación:

- **Reprogramación anual Cenabast:** Esta fuente consiste en archivos excel de uso interno por Cenabast, donde agrupan todas las peticiones que realizaron los hospitales por cada producto único a Cenabast en los últimos 5 años. Esta información representaría entonces la demanda a Cenabast.
- **Base de datos homologada:** Esta base de datos es una base de datos que Cenabast compró a través de una licitación pública a la empresa Tech-K. Esta base contiene una muestra de las órdenes de compra realizadas por los compradores públicos desde Septiembre de 2010 a Octubre de 2013. La descripción de la orden de compra ya esta procesada y homologada a un código único y a un formato estándar utilizado por Cenabast, esto hace posible comparar las distintas órdenes de compra y saber qué y cuanto se compró con precisión.
- **Respaldo base de datos Chilecompra:** Este respaldo contiene todas las órdenes de compra del sector público por lo cual se puede utilizar para expandir la muestra de Tech-K o para incorporar información adicional que no esta en las fuentes de datos anteriores. Esto incluye la tienda virtual de convenios marco y un estudio realizado por Chilecompra donde se registraron los precios observados en la tienda virtual para todos los productos desde octubre 2013 a Noviembre 2014. Estos respaldos se recibieron en formato bak, que es el formato de respaldo del motor de bases de datos de microsoft sql server.

Una de las ventajas de contar con apoyo de tanto Cenabast como Chilecompra, es que no solo se obtiene información de cuanto se compra por convenio marco y licitación, sino que además podemos desglosar esta gran orden de compra que realiza Cenabast en el mercado público y asignar estas cantidades a los hospitales que generaron las demandas hacia Cenabast.

A continuación se presenta un esquema resumen de las fuentes de datos:

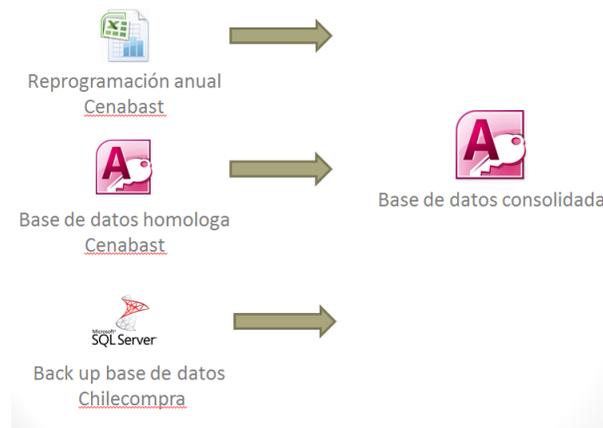


Figura 2.1: Esquema resumen fuente de los datos

Utilizando la información anterior, en base a las órdenes de compra del sector público se construyó una base de datos consolidada, la cual cuenta con las siguientes dimensiones:

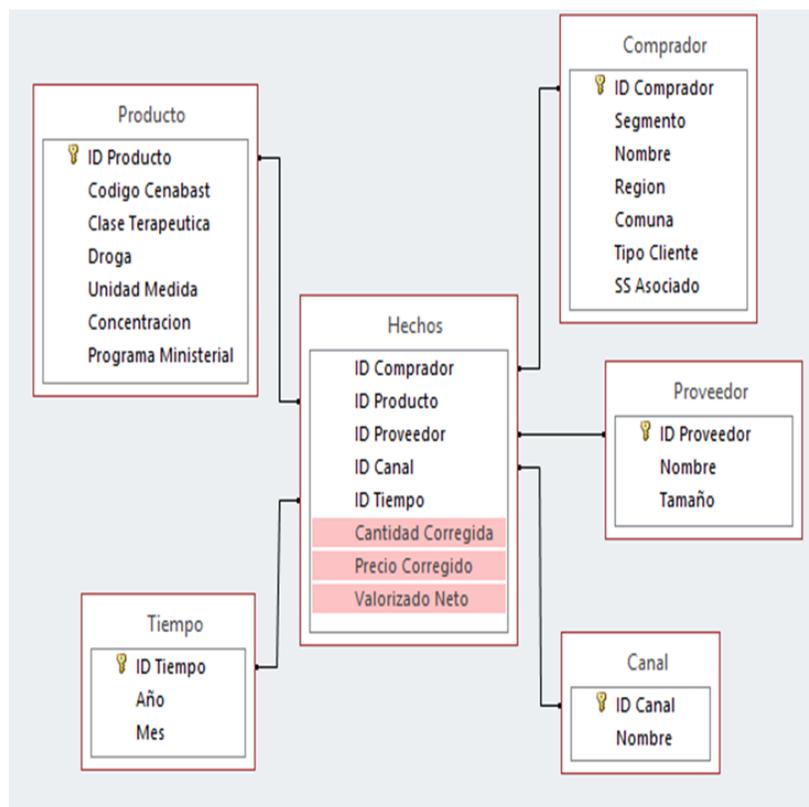


Figura 2.2: Modelo estrella de la base consolidada

2.1.2. Homologación de las fuentes

La base de datos homologada que construyó la empresa TechK, se utilizará como inicio para fusionar el resto de las fuentes en una sola gran base de datos consolidada. Lo primero que se realizó fue utilizar tablas dinámicas y *queries* en microsoft access para reescribir la información disponible en los archivos excel a un formato estándar y poder fusionar toda la información que proporcionó Cenabast.

El primer problema que se solucionó es que en todas las bases de datos Cenabast aparece como un comprador público que compra grandes cantidades de medicamentos, siendo que en la realidad estos medicamentos fueron solicitados por otros organismos públicos como hospitales y Cenabast esta actuando como intermediario. Es por esto que se analizaron los archivos excel de reprogramación con los que trabaja Cenabast, que representan lo que finalmente solicita cada organismo a Cenabast. Sobre estos archivos se programaron *macros* de excel para rescatar la información relevante e incorporarla a las bases de datos.

El desafío a continuación fue lograr conectar la información de Cenabast con la información de Chilecompra. Lograr esta conexión es de suma importancia para la investigación debido a que Chilecompra tiene registro de todas las transacciones de negocio que se registran en el mercado público y además posee información respecto a los organismos públicos compradores. Para esto se utilizó un trabajo realizado por Armín López, alumno de la carrera de Ingeniería Civil Industrial en la Universidad de Chile que durante su práctica 3 realizada en Cenabast, armó un diccionario de homologación entre los códigos únicos para identificar productos utilizados por Cenabast y los códigos utilizados por Chilecompra.

Debido a la amplia experiencia de Cenabast con el manejo de medicamentos se utilizó su manera de identificar los productos, el cuál describe un producto de la siguiente manera:

Producto = Clase Terapéutica, Droga , Formato, Concentración

Ahora las únicas diferencias que existirán entre productos con el mismo código será el laboratorio proveedor, y por ende si es bioequivalente o no. Esta codificación permite comparar productos que sean realmente equivalentes y sustitutos entre sí. Usando esta codificación se pueden comparar precios y cantidades por la unidad mínima posible, por ejemplo, por comprimido. De esta manera se puede comparar el precio y cantidades de aspirinas vendidas en cajas de 20 comprimidos con cajas de 40 comprimidos. Para lo anterior se crearon las siguientes variables:

$$\text{Cantidad Corregida} = \frac{\text{Cantidad}}{\text{Concentración}}$$

$$\text{Precio Corregido} = \frac{\text{Precio}}{\text{Concentración}}$$

Para expandir aún más la base de datos se aplicaron algoritmos de aproximación de *strings*, en particular el algoritmo de Needleman-Wunsch que entrega un puntaje de similitud entre dos *strings* según cuantos reemplazos haya que usar para transformar un *string* en el otro.

Este es un método de programación dinámica que es implementó usando Python. Esto se realizó sobre los nombres de las instituciones compradoras, para poder cruzar las compras en la base de datos de Chilecompras, con la codificación de Cenabast. Debido a que este método genera muchos falsos positivos, se ópto por usar un puntaje de corte estricto de 90 % y revisar manualmente las instituciones que no quedan emparejadas. Otro método que se utilizó para cruzar las bases de datos, fue el de utilizar los códigos de las licitaciones realizadas como identificador y luego obtener toda la información disponible en las bases de datos de Chilecompras para esa licitación.

2.1.3. Limpieza de los datos

Ahora que se tiene una base de datos consolidada, hay que revisar la base de datos por posibles errores de tabulación. Estos errores de tabulación pueden haber surgido en la base de datos homologada mencionada anteriormente, ya que la empresa Tech-K tomó las órdenes de compra del sector público y codificó manualmente cada una de éstas al formato estándar usado por Cenabast para construir esta base de datos homologada.

Para la identificación de los errores se utilizó el software “Tableau Public” el cual se utiliza para visualizar la información y se puede identificar fácilmente los “outliers” o datos que entregan señales de posibles errores de tabulación. Dado que no hay manera práctica de comprobar si efectivamente estos datos están en lo correcto, se tomó la determinación de eliminar los productos que tienen estos problemas de tabulación. Debido a que estos errores de tabulación son aleatorios, se cree no generará sesgos en la investigación. En base a lo anterior se eliminaron productos por las siguientes causas:

- Datos “outlier” o campos mal tabulados: 39 productos
- Productos mal codificados: 11 productos

2.1.4. Set de datos finales

El trabajo sobre los datos previamente mencionado resultó en dos set de datos sobre los cuales se realizarán los experimentos. Los datos analizados tienen fecha desde Octubre del año 2010 hasta Septiembre del año 2013. A continuación se presenta un esquema del período de estudio y los hitos importantes que abarca este período:



Figura 2.3: Esquema del período de estudio

Compras efectivas agregadas

Este set de datos se construyó a partir de las compras realizadas por cada comprador público en el mercado público. Esto considera las compras realizadas vía licitación, convenio marco y aparece Cenabast como comprador público. Cabe mencionar que este set de datos no considera las compras realizadas vía trato directo.

variable name	storage	
	type	variable label
clase	str25	Clase terapéutica asociada al producto
droga	str21	Droga asociada al producto
formato	str18	Formato de presentación del producto
precionum	double	Precio de compra de la transacción
cantidadnum	long	Cantidad comprada
valortotal	double	Valor Total
canal	str14	Canal de compra de la transacción
PM	str2	Dummy de pertenencia a programa ministerial
convenio	str6	Dummy de pertenencia CM
region	byte	Región del comprador público
segmento	str19	Segmento Comprador
material	str13	Clasificación tipo de producto

Figura 2.4: Resumen set de datos compras efectivas agregadas

Compras efectivas desagregadas

Este set de datos considera las mismas transacciones que el set anterior, pero se utilizó la información directa de los pedidos realizados a Cenabast como proveedor, sin considerar a Cenabast como intermediario. Esto significa que se desagregó la gran compra realizada por Cenabast, entre los comprador públicos que generaron esa demanda. En este set de datos tampoco están consideradas las compras realizadas vía trato directo.

variable name	storage	
	type	variable label
comprador	str20	Comprador público
proveedor	str19	Proveedor que realizo la venta
clase	str25	Clase terapéutica asociada al producto
droga	str20	Droga asociada al producto
formato	str18	Formato de presentación del producto
concentracion	str12	Concentración del producto
precionum	double	Precio de compra de la transacción
cantidadnum	double	Cantidad comprada
canal	str14	Canal de compra de la transacción
segmento	str15	Segmento del comprador público
region	byte	Región del comprador público
PM	str2	Dummy de pertencia a programa ministerial
material	str19	Clasificación tipo de producto

Figura 2.5: Resumen set de datos compras efectivas + Cenabast desagregado

Repositorio datos

Con el propósito de que futuros alumnos puedan continuar el trabajo aquí realizado o comprobar los resultados de esta tesis, se creó un repositorio de datos donde se puede acceder a toda la información aquí utilizada, como tan bien a la programación de los experimentos. A continuación se presenta un listado extensivo de todos los archivos presentes en el repositorio y una breve descripción de ellos:

1. Datos operaciones Cenabast
 - (a) *Demanda_INT_2010.xlsx*: Reprogramación pedidos Cenabast 2010
 - (b) *Demanda_INT_2011.xlsx*: Reprogramación pedidos Cenabast 2011
 - (c) *Demanda_INT_2012.xlsx*: Reprogramación pedidos Cenabast 2012
 - (d) *Demanda_INT_2013.xlsx*: Reprogramación pedidos Cenabast 2013
 - (e) *Demanda_INT_2014.xlsx*: Reprogramación pedidos Cenabast 2014
2. Datos procesados Cenabast
 - (a) *Base datos TechK.xlsx*: Base de datos homologada TechK
 - (b) *Base datos TechK + repro.accdb*: Base de datos homologada TechK con Cenabast desagregado
3. Chilecompra
 - (a) *DM_Precios.bak*: Registro de precios observados oct2013 a nov2014
 - (b) *DM_Procesos.bak*: Registro de ofertas, reclamos y campañas
 - (c) *DM_Tienda.bak*: Transacciones tienda convenios marco
 - (d) *DM_Transaccional.bak*: Registro de licitaciones
 - (e) *DM_Usuario.bak*: Información de los compradores públicos
4. Tesis
 - (a) *Hipótesis DD Cenabast*: Conjunto de archivos de stata y datos para testear hipótesis del método DD respecto a Cenabast
 - (b) *Hipótesis DD Licitación*: Conjunto de archivos de stata y datos para testear hipótesis del método DD respecto a Licitación
 - (c) *Hipótesis reg panel*: Conjunto de archivos de stata y datos para testear hipótesis de regresión de panel

2.2. Gráficos descriptivos

Ahora que se cuenta con datos de transacciones reales del mercado público, primero se visualizarán para ver que esta ocurriendo en el ámbito macro de este mercado. Con el objetivo de la transparencia y de proveer más información, utilizando el software “Tableau Public”, se han habilitado algunas direcciones web. En los siguientes link, se puede acceder a las visualizaciones de este mercado público de medicamentos realizadas y se cuenta con herramientas web que permiten al usuario filtrar y manipular los gráficos para observar los datos de manera más desagregada:

- Gráficos descriptivos¹
- Gráficos descriptivos 2
- Análisis año 2013

2.2.1. Principales compradores

Los compradores públicos de medicamentos varían en importancia y tamaño. Se pueden caracterizar en 5 segmentos:

- Cenabast
- Municipalidades y consultorios
- Fuerzas Armadas
- Hospitales
- Servicios de salud

A continuación se puede observar la participación en las compras de cada segmento para los años 2011 y 2012. Se puede observar que Cenabast representa un gran porcentaje del gasto público en medicamentos y lo sigue en importancia los Hospitales.

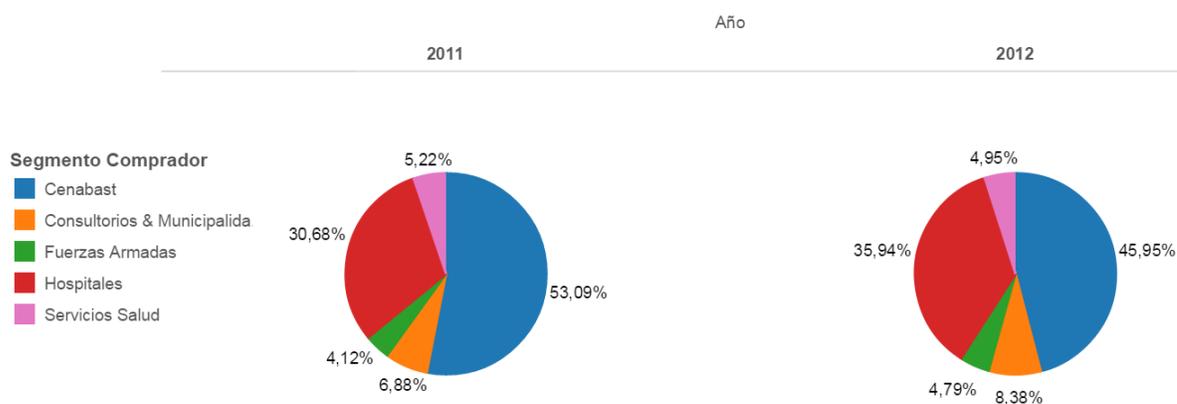


Figura 2.6: Participación por segmento 2011-2012

¹<https://public.tableausoftware.com/profile/fgaldames#!/>

Esto también se puede graficar de manera individual. Si se observan las compras realizadas por institución pública, excluyendo a Cenabast del análisis, se ve que los 20 mayores compradores son todos hospitales y agrupan el 46,7% de la demanda de los compradores individuales. Esto indica una gran diferencia de poder de compra entre los diversos establecimientos. El siguiente gráfico muestra lo expresado anteriormente, donde en la parte superior se muestran los porcentajes acumulados:

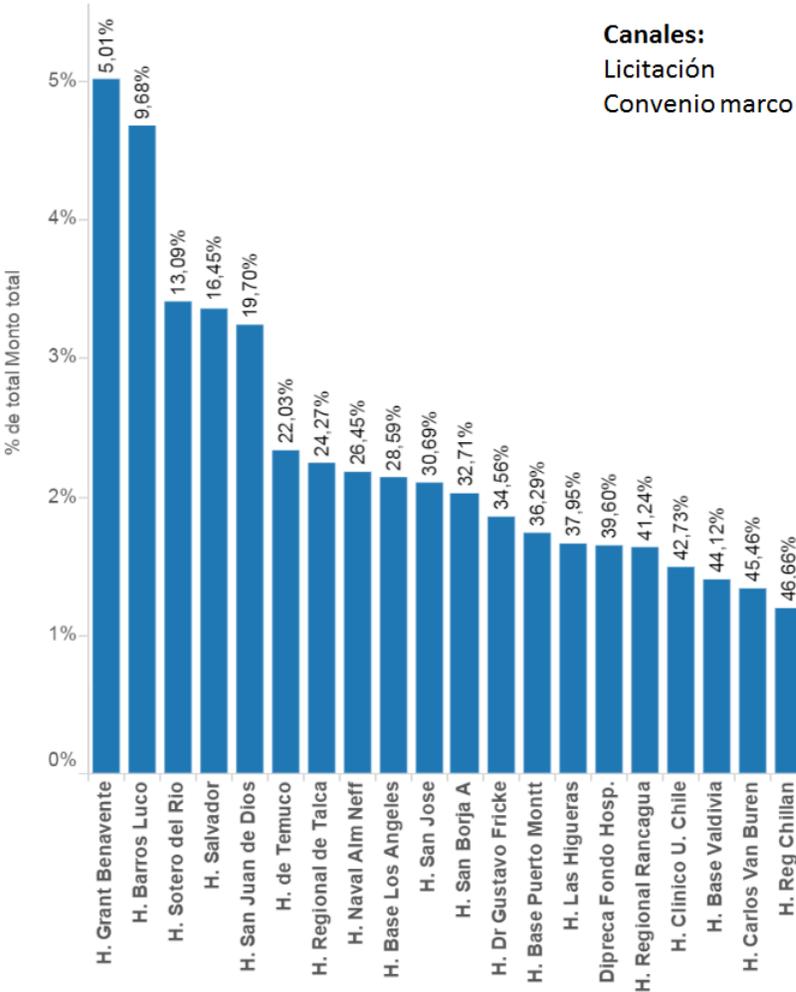


Figura 2.7: Principales compradores 2011-2012

Con los datos aquí observados nace la interrogante de cuales serán los distintos comportamientos de compra de estos segmentos y si debido a sus diversos tamaños están pagando precios significativamente distintos..

2.2.2. Drogas más vendidas

Gracias al proceso de homologación de las órdenes de compra, se pueden asignar los montos gastados por cada institución en productos específicos e identificables, lo cual permite observar cuales son las características de los productos que más se venden por mercado público.

A continuación se muestran las drogas o principios activos a los que se destinaron más recursos, durante los años 2011 y 2012. Principio activo se entiende como la sustancia a la cual se debe el efecto farmacológico de un medicamento. Se aprecia que los 20 principios activos más vendidos agrupan el 41,63 % de la demanda acumulada:

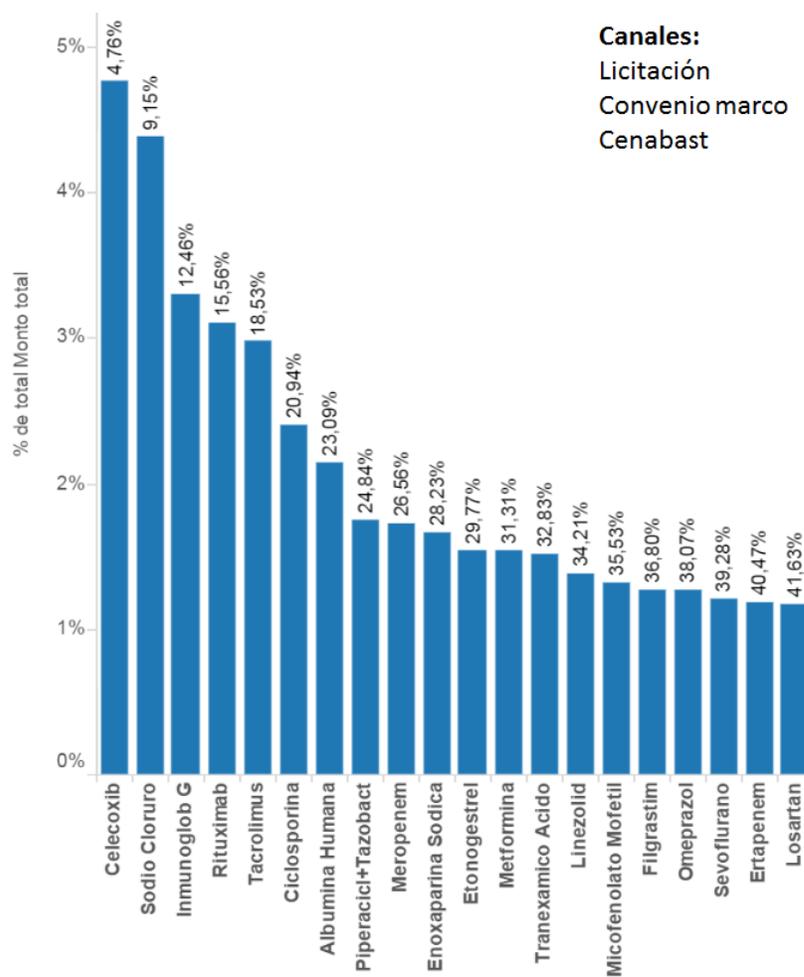


Figura 2.8: Principales drogas compradas 2011-2012

Una manera más amplia de agrupar la información es por clase terapéutica o acción terapéutica. Acción terapéutica de un medicamento se entiende como la acción que realiza sobre determinados órganos para aliviar o curar una enfermedad o síntoma. En el siguiente gráfico se observa que la clase más vendida (en monto gastado) son los antibióticos con un 11,56 % y las 20 primeras clases agrupan el 73,76 % de la demanda:

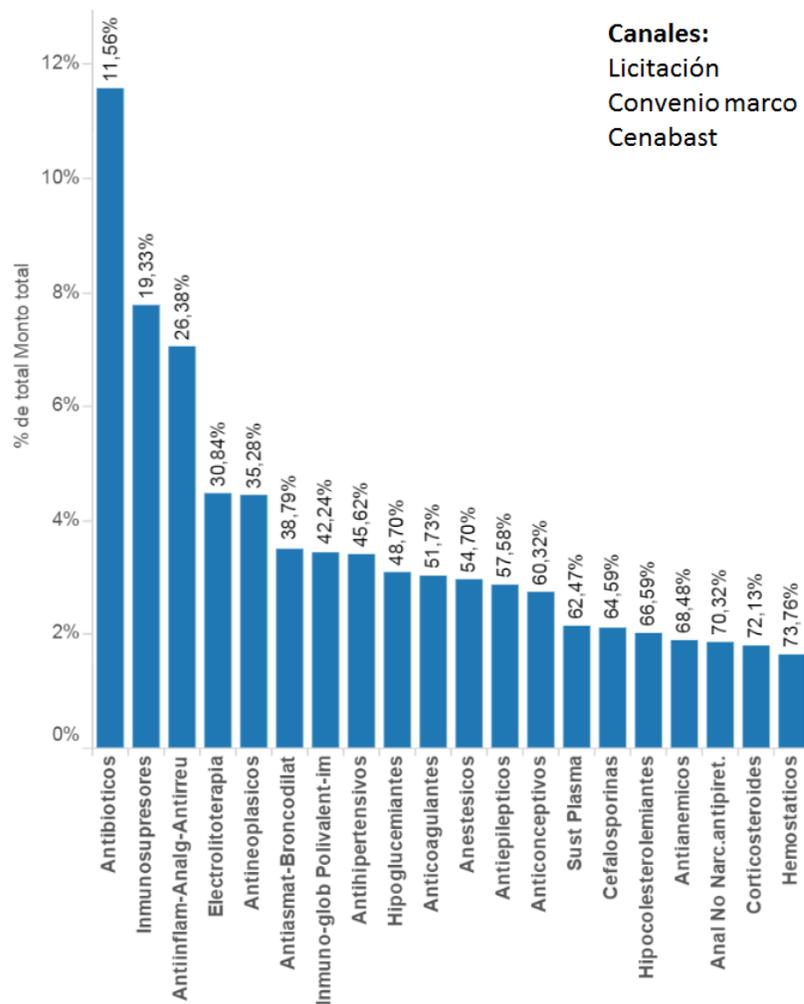


Figura 2.9: Principales acciones terapéuticas 2011-2012

2.2.3. Participaciones por canal

Uno de los puntos más relevantes para esta investigación es estudiar como ha sido la demanda por los diversos canales de compra, una primera aproximación es realizar un análisis de la situación macro, para esto se construyó la siguiente figura que indica que la participación de licitación y convenio marco aumentaron del año 2011 al 2012, mientras que la de Cenabast disminuyó. Cabe mencionar que el año 2011 en Abril entró en funcionamiento el convenio marco de medicamentos 1:

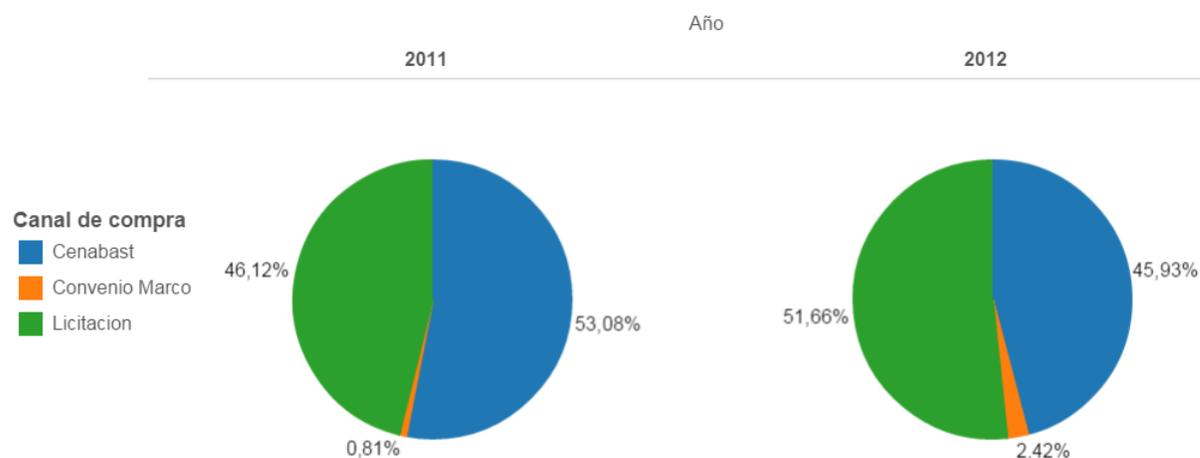


Figura 2.10: Participación por canal de compra 2011-2012

Observando los gráficos anteriores surge el interés de estudiar más a profundidad cuales son las características de los productos que atraen más participación, por algún canal en específico.

2.2.4. Participación laboratorios

Otro punto interesante de análisis es ver como se distribuyen los montos vendidos entre los proveedores. De manera macro, se puede observar que hay 20 laboratorios que suman casi el 73 % del dinero gastado en medicamentos y el proveedor Pfizer tiene más de un 9 % de la participación de mercado.

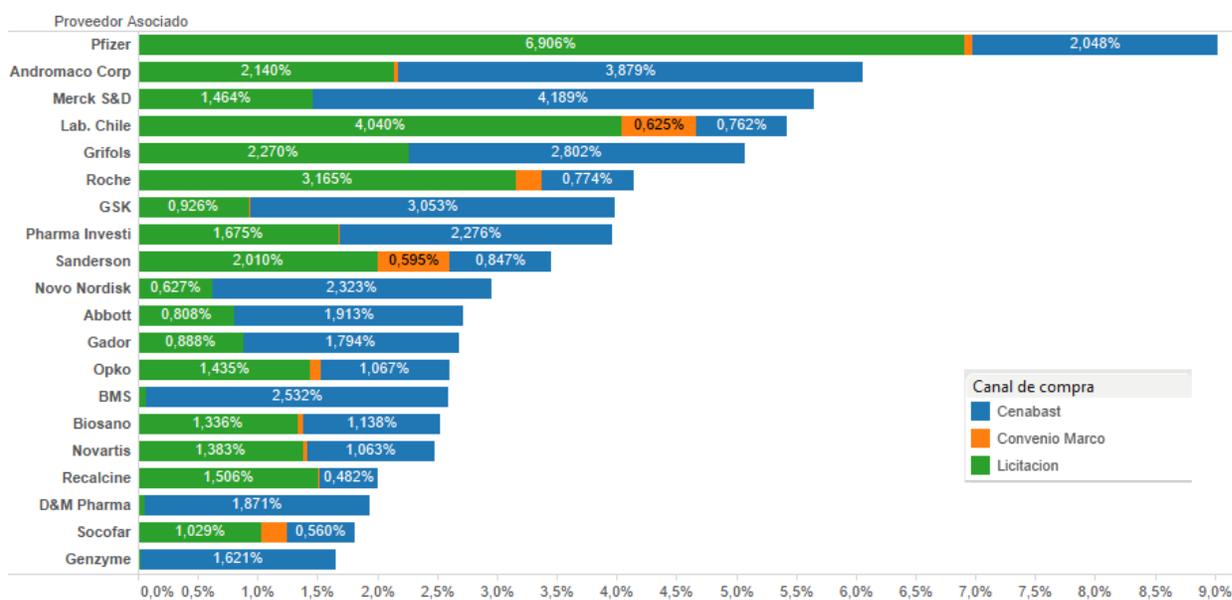


Figura 2.11: Principales proveedores 2011-2012

En la siguiente figura se muestra como se distribuye los montos gastados, según el tamaño del proveedor y como cambió esta cifra del año 2011 al 2012. Se observa la predominancia de los proveedores grandes, aun cuando los más pequeños aumentaron su importancia para el año 2012.

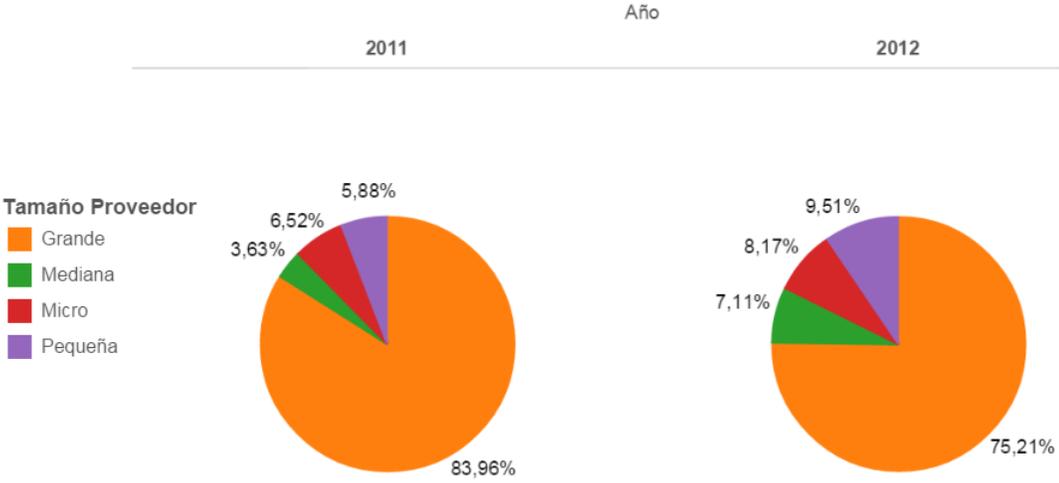


Figura 2.12: Participación por tamaño proveedor 2011-2012

2.2.5. Orden de compra promedio vs precio

Debido a la naturaleza de los remates o licitaciones públicas, es interesante analizar como varían los precios vistos en el mercado público al ir variando los tamaños de las ordenes de compra. Dado que esta es una estadística que no se puede agregar, se escogió el siguiente medicamento como modo de ejemplo, la aspirina común o ácido acetilsalicílico. En el link gráficos descriptivos 2 (2.2), se puede acceder a una visualización de todos los medicamentos con los cuales se trabajó.

El siguiente gráfico muestra la evolución de los tamaños promedio de orden de compra versus el precio promedio de venta por los canales de convenio marco y licitación. El eje en el lado izquierdo y en color naranja se ve la evolución del precio promedio de venta. El eje del lado derecho y color azul representa el tamaño de la orden de compra promedio. El período de análisis es de octubre 2010 a octubre 2013 dividido en trimestres.

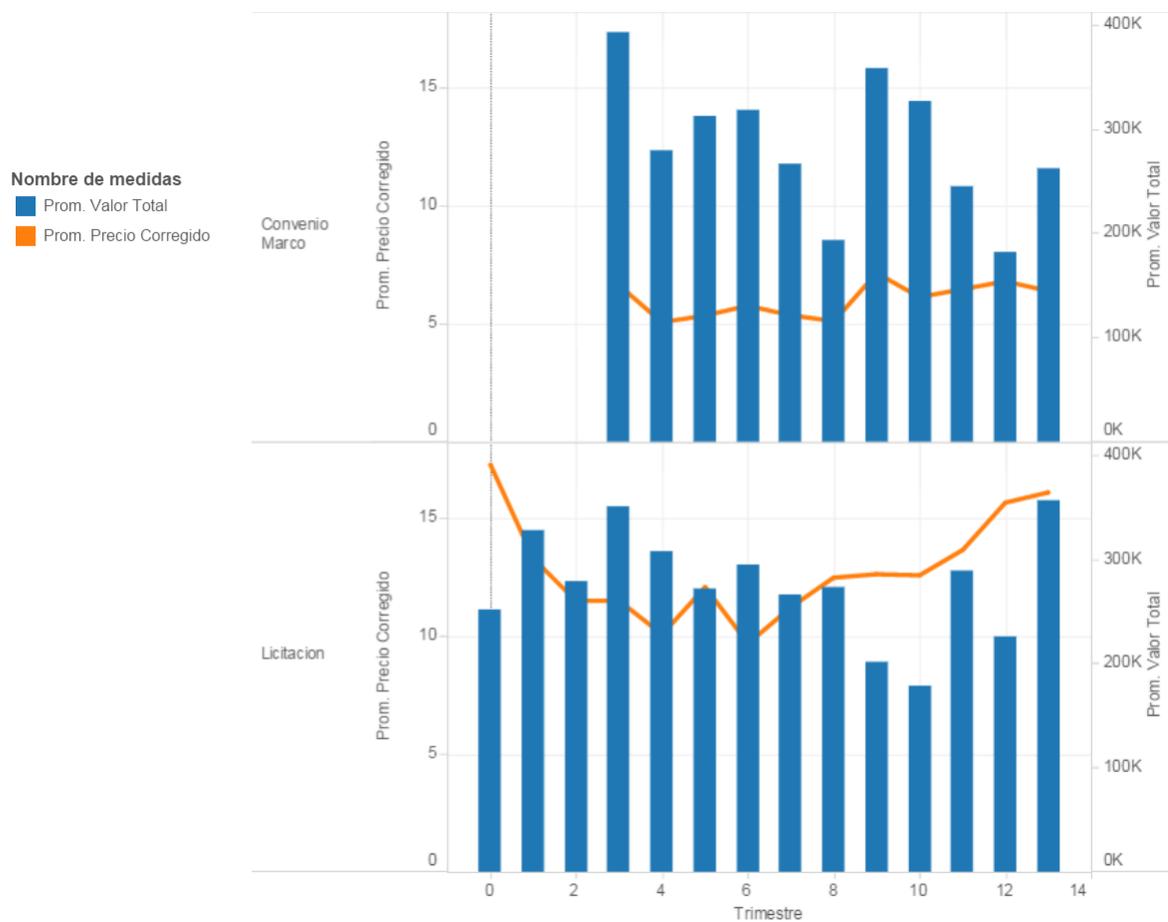


Figura 2.13: OC promedio vs precio - Aspirina

Al observar este gráfico no es posible identificar una relación directa entre los precios de venta y el tamaño de las ordenes de compra. Esta situación se repite en todos los medicamentos analizados. Para poder comprobar si es que existe una relación entre los tamaños de compra y los precios se hace necesario un análisis más riguroso.

Capítulo 3

Estudio de parámetros que influyen en dispersión de precios de medicamentos entre Licitación, Convenios Marco y Cenabast

3.1. Metodología

Como se describió en el capítulo 2, subsección 2.1.4, para este estudio se cuenta con las compras realizadas de medicamentos por los establecimientos públicos durante un período de 3 años, lo cual permite armar un set de datos de panel, los cuales cuentan con una dimensión temporal y otra transversal[13]. La dimensión transversal hace referencia a las diferencias entre medicamentos. Además se cuenta con otro set de datos que tiene la desagregación de las compras de Cenabast en las demandas individuales que generaron esas compras para cada hospital y municipalidad. El beneficio de contar con datos de panel, es que se pueden estimar efectos individuales de los medicamentos. En un set de datos transversal, el individuo no puede ser separado del error aleatorio. En el caso de un set de datos temporal, el individuo no puede ser separado de la constante.

Sobre estos paneles de datos se utilizará el método de regresión de panel, sobre un modelo econométrico, para obtener los coeficientes que acompañan a cada variable y su significancia estadística. Un modelo de regresión común para el análisis de datos de panel tiene la forma:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

En este modelo y es la variable dependiente, x es la variable independiente, α_i es el efecto individual de cada medicamento que no varía con el tiempo y β es una matriz de coeficientes, i y t son los índices para los individuos y el tiempo respectivamente, finalmente, ε_{it} es el error aleatorio. El modelo tiene los siguientes supuestos:

1. $E(\varepsilon_{it}|X) = E(\varepsilon_{it}) = 0$
2. $V(\varepsilon_{it}) = \sigma_\varepsilon^2$
3. $Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{hk}) = 0 \forall i, h, t, k$, excepto cuando $i=h, t=k$

Como se mencionó previamente, α_i representa el efecto individual sobre los individuos, en este caso medicamentos, y no varía con el tiempo. Existen dos opciones para modelar este efecto:

Efecto fijo¹

Se interpreta el efecto individual como $\alpha_i = z_i' * \delta$, donde z_i' son variables no observables que no varían en el tiempo. Este enfoque permite una relación arbitraria entre α_i y x_{it} . Este modelo es equivalente a estimar N constantes diferentes, una para cada individuo.

Se puede reescribir el modelo original de forma matricial ordenando las observaciones por cada individuo:

$$Y_{NTx1} = X_{NTxK} \beta_{Kx1} + D_{NTxN} \alpha_{Nx1} + \varepsilon_{NTx1}$$

donde D tiene la siguiente forma:

$$D = \begin{pmatrix} ones(T, 1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & ones(T, 1) & \dots & 0 \\ \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & ones(T, 1) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & ones(T, 1) \end{pmatrix}$$

La estimación de los coeficientes β se puede obtener minimizando la suma de los errores al cuadrado según método MCO o Mínimos Cuadrados Ordinarios. Esto nos da el resultado de:

$$\hat{\beta}_{FE} = (\tilde{X}' \tilde{X})^{-1} \tilde{X}' \tilde{Y}$$

donde $\tilde{X} = (I_{NxT} - D(D'D)^{-1}D')X$ y $\tilde{Y} = (I_{NxT} - D(D'D)^{-1}D')Y$, los cuales son los residuos de la regresión de X sobre D e Y sobre D respectivamente.

¹Apuntes IN709-1 Econometría

Efecto aleatorio

La diferencia de este modelo al de efecto fijo, es que ahora el coeficiente α_i no es determinístico, éste es heredado de una distribución común para todos los individuos. El desafío es estimar los parámetros de la distribución común y no el valor de cada una de las constantes.

Al utilizar este modelo, se agregan dos supuestos más a los supuestos originales:

1. α_i es independiente de ε_{it}
2. α_i es independiente de x_{it}

Se puede transformar este modelo, reemplazando el modelo original, por la esperanza de la distribución de los α_i y un nuevo término de error. Si se define el siguiente error:

$$u_{it} = \varepsilon_{it} + (\alpha_i - \alpha)$$

El modelo original se puede reescribir como:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} = \alpha + \beta x_{it} + u_{it}$$

Al igual que para efecto fijo, se puede escribir el modelo de manera matricial:

$$Y_{NTx1} = X_{NTxK} \beta_{Kx1} + \alpha I_{NTx1} + u_{NTx1}$$

Para encontrar la solución a este problema, se deben estimar los coeficientes β usando el método de MCO sobre un modelo transformado. Esto entrega el resultado de:

$$\begin{aligned} \hat{\beta}_{RE} &= (\dot{X}' \dot{X})^{-1} \dot{X}' \dot{Y} \\ \dot{X} &= (I_{NxT} - \mathbf{1}_{NTx1} (\mathbf{1}'_{NTx1} \mathbf{1}_{NTx1})^{-1} \mathbf{1}'_{NTx1}) X \\ \dot{Y} &= (I_{NxT} - \mathbf{1}_{NTx1} (\mathbf{1}'_{NTx1} \mathbf{1}_{NTx1})^{-1} \mathbf{1}'_{NTx1}) Y \end{aligned}$$

\dot{X} e \dot{Y} son los residuos de la regresión de X sobre $\mathbf{1}_{NTx1}$ e Y sobre $\mathbf{1}_{NTx1}$ respectivamente.

Efecto fijo versus Efecto aleatorio

Cuando el horizonte temporal es suficientemente grande, los estimadores de efecto fijo y efecto aleatorio convergen. Debido a que no es de interés estimar los coeficientes individuales para cada medicamento, se utilizará efecto aleatorio que permite una estimación consistente, siempre y cuando se cumplan los supuestos del modelo.

	Efecto fijo	Efecto aleatorio
Requisito	Si se desea estimar los coeficientes de cada individuo, la única opción es ocupar EF. Para obtener cada α consistentemente se necesita un horizonte temporal largo	Requiere tener una justificación convincente de que no existe correlación entre α_i y x_i
Consistencia	Una ventaja de efecto fijo es que la estimación de β es consistente aún cuando X este correlacionado con α_i	Permite estimación consistente de los efectos de todas las variables explicativas, incluidas las que no varían con el tiempo
Grados libertad	La principal desventaja es que se pierde muchos grados de libertad y es imposible identificar los efectos de otras variables explicativas que no varíen en el tiempo	Economiza en grados de libertad

Tabla 3.1: Comparación EF vs EA

3.1.1. Parámetros

- **u** = Unidad de compra utilizada. Para agrupar los datos se creó un comprador representante para cada región y cada segmento. La agrupación se realizó ponderando los precios obtenidos por cada comprador individual según los montos de compra.
- **t** = Período de los set de datos de panel. En el set de datos de compras agregadas se utilizan períodos anuales. En el set de datos de compras desagregadas se utilizan períodos trimestrales.
- **p** = Producto único, se analizan los productos únicos utilizando la codificación usada por Cenabast. Esto está representado por un formato y concentración para cada medicamento.

3.1.2. Variables dependientes

Debido a que, lo que se desea estudiar es la dispersión de precios entre convenio marco versus Cenabast y licitación versus Cenabast, se proponen las siguientes variables dependientes. El objetivo de estas variables dependientes es capturar la dispersión de precios como una fracción del precio de Cenabast, que en la mayoría de los casos es menor que el precio de los otros canales.

$$PRCM_{upt} = \frac{\text{Precio ponderado } CM_{upt}}{\text{Precio ponderado } Cenabast_{upt}}$$

$$PRLI_{upt} = \frac{\text{Precio ponderado } Licitacion_{upt}}{\text{Precio ponderado } Cenabast_{upt}}$$

3.1.3. Variables independientes

Se utilizarán las siguientes variables o características como variables independientes o explicativas:

1. **Distancia del comprador a Santiago:** Una diferencia importante entre los diversos canales de compra, es que por licitación y convenio marco el transporte de los productos se recarga en el precio que ofrecen, mientras que Cenabast se hace cargo del transporte. Es por esto que la primera variable a considerar está relacionada con la distancia de los compradores a Santiago, así podremos testear la hipótesis de que mientras más extrema sea una zona, ya sea al norte o al sur, son mayores los costos de transportar los medicamentos, esto se vería reflejado en precios más convenientes al comprar por Cenabast, relativo a los otros canales.

$$Dist_u = \text{Distancia a Santiago del comprador } u$$

Se espera que $Dist_u > 0$, es decir que a medida que aumenta la distancia a Santiago, aumente la diferencia de precio entre convenio marco y licitación vs Cenabast.

2. **Tipo de material:** Este es un conjunto de variables “dummy” que indican el tipo de material que corresponde al producto. Esto permite identificar el efecto individual sobre cada grupo de productos. Esta segmentación la realiza Cenabast, como sigue:

- NI: Productos no identificados
- Fármacos
- Psicotrópicos
- Refrigerados
- Sueros

3. **Programa Ministerial:** Esta es una variable “dummy” que toma el valor de 1 cuando el producto único estaba considerado dentro de algún programa ministerial en ese período y 0 si no. Se espera que los productos que están en programa ministerial, tengan una menor dispersión de precios que los que no están en programa ministerial.

4. **Formato:** Este es un conjunto de variables “dummy” que indican el formato que corresponde al producto. Debido a que originalmente los productos se clasifican en 19 tipos de presentación, se construyó una tabla de equivalencias en 3 categorías según las características para transportar cada uno de los medicamentos. A continuación se presenta la tabla de equivalencias utilizada:

Formato original	“Dummy”	Formato original	“Dummy”
Comprimido	pastilla	Solución Oftálmica	frasco o delicado
Jarabe	frasco o delicado	Pellet	pastilla
Frasco	frasco o delicado	Caja	otro
Sachet	otro	Enema	frasco o delicado
Ampolla	frasco o delicado	Cartucho	pastilla
Tubo	otro	Spray	frasco o delicado
Supositorio	pastilla	Bolsa	otro
Gotas	frasco o delicado	Espuma	frasco o delicado
Parche	otro	Matraz	frasco o delicado
Ovulo	pastilla		

Tabla 3.2: Equivalencia formato original versus “dummy”

5. **Índice de Herfindahl:** El Índice de Herfindahl o Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) es una medida que informa sobre la concentración económica de un mercado. El índice se calcula elevando al cuadrado la cuota de mercado que cada empresa posee y sumando esas cantidades. Los resultados van desde números cercanos a 0 (competencia perfecta) a 10.000 (control monopólico). Este índice se calculó para la concentración en convenio marco y la concentración en las licitaciones.

$$IHH_{pc} = \text{Valor del índice para el producto } p \text{ en el canal } c$$

3.2. Resultados Empíricos

Debido a que se cuenta con dos set de datos, y cada set de datos permite el análisis de parámetros diferentes, se dividió el estudio en el análisis de las compras agregadas y las compras desagregadas. En la primera sección se utilizó el set de datos Compras efectivas agregadas (sección 2.1.4) y para la segunda sección el set Compras efectivas desagregadas (sección 2.1.4).

3.2.1. Análisis a compras agregadas

Dispersión de precios

Dado que se cuenta con información homologada para las compras por Cenabast, licitación y Convenio Marco, se puede empezar a comparar los distintos canales. El primer análisis a realizar será sobre los precios de compra por cada canal, para ver si existen diferencias significativas entre canales.

Se quiere construir un precio representativo por producto, para cada uno de los canales. Como existen varios proveedores que cobran distintos precios en cada venta realizada, se decidió utilizar promedios ponderados para encontrar un precio representativo. Esto se promedió de la siguiente manera:

Para cada producto y canal se calculó:

$$\begin{aligned} p_{icj} &= \text{Precio de la orden de compra } j \text{ en canal } c \text{ por producto } i \\ m_{icj} &= \text{Monto pagados por orden de compra } j \text{ en canal } c \text{ por producto } i \\ \widehat{p}_{ic} &= \frac{\sum_{j \in J} p_{icj} * m_{icj}}{\sum_{j \in J} m_{icj}} \end{aligned}$$

Luego se calculó el promedio del producto en los tres canales, siendo 1, 2 y 3 Convenio Marco, Licitación y Cenabast respectivamente:

$$\bar{p}_i = \frac{\widehat{p}_{i1} + \widehat{p}_{i2} + \widehat{p}_{i3}}{3}$$

Finalmente se calculó el precio relativo al promedio para cada canal por cada producto:

$$\widehat{p}_{ic} = \frac{\widehat{p}_{ic}}{\bar{p}_i}$$

A continuación se presentan los resultados para los 20 productos más vendidos por Convenio Marco. En el lado izquierdo se pueden observar los productos donde Convenio Marco fue más caro relativo al promedio (representado por el valor 1) y se ve que existe una gran dispersión de precios entre los diversos canales. Se observa que Cenabast es consistentemente más barato que el promedio del mercado público para estos medicamentos.

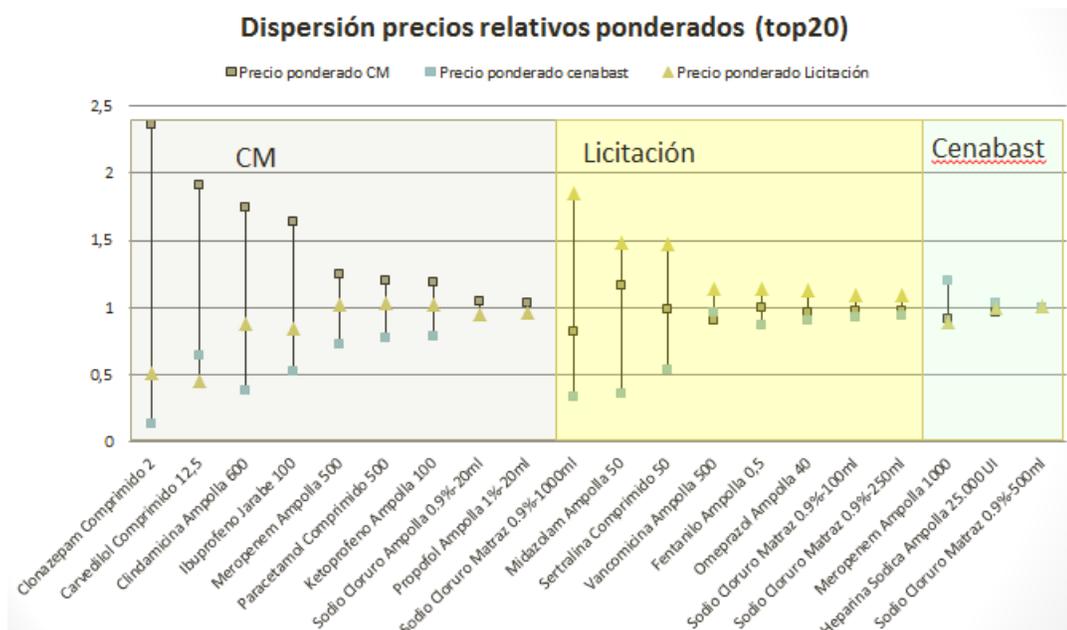


Figura 3.1: Dispersión de precios relativos ponderados

Para continuar este análisis, se tomó una muestra de 96 productos únicos que se venden por los 3 canales de compra. Primero se contabilizaron las veces que cada canal tenía el precio más caro y cuantas veces el más barato:

Canal	# de precios máximos	# de precios mínimos
Convenio marco	25	21
Licitación	61	7
Cenabast	10	68

Tabla 3.3: Comparación máximos y mínimos

Dado que Cenabast logra en la mayoría de los casos el mejor precio, se utilizará como referencia para analizar la dispersión de precio respecto a los otros canales:

Variable	\bar{pr}	$\sigma(pr)$
$pr = \frac{\text{Precio ponderado CM}}{\text{Precio ponderado Cenabast}}$	2.08	2.4
$pr = \frac{\text{Precio ponderado Licitación}}{\text{Precio ponderado Cenabast}}$	2.60	6.5

Tabla 3.4: Comparación precios relativos

Características de producto y concentración de mercado

Esta subsección busca dar respuesta a las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1: Si un medicamento está en programa ministerial, se acentúa la diferencia entre Cenabast y los otros canales

Hipótesis 2: La diferencia de precio entre canales, varía según formato del medicamento

Hipótesis 3: La diferencia de precio entre canales, varía según el tipo de material del medicamento

Hipótesis 6: La concentración de mercado, disminuye la diferencia de precio entre canales

Al estar trabajando con las compras agregadas, no es posible identificar efectos sobre los compradores públicos, ya que no se sabe cuanto de las compras que realiza Cenabast corresponde a cada hospital o municipalidad. Es por esto que se comenzará probando los parámetros que identifican a un medicamento. Conforme a lo explicado en la metodología 3.1 se utilizaron los siguientes modelos explicativos, utilizando efecto :

$$\log(PRCM_{pt}) = \alpha_p + \beta * PM_p + \gamma * FORMATO_p + \delta * IHH_{pt}^{CM} + \varepsilon_{pt}$$

$$\log(PRLI_{pt}) = \alpha_p + \beta * PM_p + \gamma * FORMATO_p + \delta * IHH_{pt}^{LI} + \varepsilon_{pt}$$

Este modelo explica la diferencia porcentual de precios entre los canales de licitación y convenio marco versus los precios obtenidos por Cenabast, como un efecto individual a cada medicamento que proviene de una distribución común a todos los medicamentos (Efecto aleatorio), un efecto sobre el formato de los medicamentos, si pertenecen a programa ministerial y el grado de concentración de mercado de los medicamentos.

Esto se resolvió utilizando el software "Stata", el cual permite construir un set de datos de panel y estimar los coeficientes del modelo según lo explicado en la metodología. A continuación se presentarán los resultados en tablas resumen. En las columnas se muestran los resultados de diversos experimentos y en las filas se muestra el valor de los coeficientes estimados. Si al valor de algún coeficiente lo acompañan asteriscos indica que el coeficiente es estadísticamente significativo, siendo 1 asterico levemente significativo y 3 astericos muy significativo.

El resultado fue:

Efecto aleatorio	(1)	(2)
	PRCM	PRLI
Esta en PM?	-0.699 (-1.17)	0.252*** (4.19)
frasco	0 (.)	0 (.)
otro		0.262 (1.69)
pastilla	0.120 (0.93)	0.203*** (4.65)
cm IHH	-0.587* x10 ⁻⁴ (-2.03)	
li IHH		-0.521*** x10 ⁻⁴ (-6.73)
Constant	1.691** (2.60)	0.544*** (6.73)

Observations	110	984
Controls	PM frasco pastilla cm IHH	PM frasco otro pastilla li IHH
R2 overall	0.1061	0.1226

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 3.2: Resultados regresión panel 1

Primero, si se observa el experimento número (1), se ve que los coeficientes significativos son la constante y el índice de Herfindahl. La constante representa que existe una diferencia de precio entre los canales de convenio marco y Cenabast que es transversal a todos los medicamentos y el signo positivo nos dice que este efecto apunta en la dirección que convenio marco es más caro que Cenabast. El índice de Herfindahl también es significativo con signo negativo, lo que nos dice que mientras más monopólico sea el mercado de un producto, más cerca estarán los precios de convenio marco y Cenabast, lo cual tiene sentido con la teoría económica donde en un mercado monopólico existe un solo precio. El R^2 del modelo es de un 10.61 %, lo cual indica que el modelo es relativamente explicativo de la situación real.

Al observar el experimento (2), se destaca que el R^2 del modelo es de un 12.26 % y que los coeficientes significativos son el programa ministerial, el formato de las pastillas, el índice de Herfindahl y la constante. La constante y el índice de Herfindahl tienen la misma explicación que en el experimento (1). El coeficiente positivo de PM, nos dice que si un medicamento esta en programa ministerial, tendrá una mayor dispersión de precio entre licitación y Cenabast respecto a un medicamento que no esta en programa ministerial. Para interpretar el coeficiente de formato, es necesario observar que la variable frasco ha sido normalizada a 0, por lo que

la variable pastilla con signo positivo indica que respecto a los frascos, las pastillas tienen una mayor dispersión de precio entre estos dos canales.

Se repitieron estos experimentos utilizando efecto fijo en vez de efecto aleatorio, pero la constante de efecto fijo absorbe el efecto de las variables dependientes a estudiar por lo que no se rescatan conclusiones relevantes adicionales.

Ahora se desea estudiar otro parámetro respecto a las características de producto. Se reemplaza los controles de formato, por controles respecto al tipo de material del medicamento estudiado. Para esto se actualizan los modelos utilizados a:

$$\log(PRCM_{pt}) = \alpha_p + \beta * PM_p + \gamma * MATERIAL_p + \delta * IHH_{pt}^{CM} + \varepsilon_{pt}$$

$$\log(PRLI_{pt}) = \alpha_p + \beta * PM_p + \gamma * MATERIAL_p + \delta * IHH_{pt}^{LI} + \varepsilon_{pt}$$

A continuación se presenta la tabla de resultados:

Efecto aleatorio	(1)	(2)
	PRCM	PRLI
Esta en PM?	-0.755 (-1.29)	0.322*** (4.95)
Fármacos	0 (.)	0 (.)
NI	-0.403 (-0.75)	-0.139 (-1.72)
Psicotrópicos	0.473 (1.83)	0.00145 (0.02)
Sueros	-0.346 (-1.18)	-0.287 (-1.32)
Refrigerados		-0.0799 (-0.77)
cm IHH	-0.497 x10 ⁻⁴ (-1.73)	
li IHH		-0.547*** x10 ⁻⁴ (-6.70)
Constant	1.714** (2.71)	0.600*** (6.95)
Observations	110	984
Controls	PM	PM
	Fármacos	Fármacos
	NI	NI
	Psicotrópicos	Psicotrópicos
	Sueros	Sueros
	cm IHH	Refrigerados
		li IHH
R2 overall	0.1568	0.0991

t statistics in parentheses

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 3.3: Resultados regresión panel 2

En el experimento (1), se observa que ahora la única variable que es significativa es la constante, con el mismo efecto que en los experimentos anteriores. Ahora, para el experimento (2) se mantienen los mismos efectos antes mencionados, solo que no se ven diferencias entre los tipos de material para cada medicamento. Estos dos experimentos se pueden interpretar de la siguiente manera, la dispersión de precios entre canales no presentan diferencias significativas según el tipo de material del medicamento, es decir, no depende de si es un fármaco, un psicotrópico, suero o medicamento refrigerado.

Tamaño del proveedor

Esta subsección busca dar respuesta a las siguientes hipótesis:

Hipótesis 7: El tamaño del laboratorio proveedor, influye en la diferencia de precio entre canales

Esta hipótesis se refiere a que la dispersión de precios entre canales depende del tamaño de los proveedores de los medicamentos. Para diferenciar a los distintos proveedores, ahora el parámetro p es un par [medicamento, proveedor] y no un promedio ponderado de todos los proveedores. Para esto se utilizó los siguientes modelos:

$$\log(PRCM_{pt}) = \alpha_p + \gamma * TAMANO_p + \varepsilon_{pt}$$

$$\log(PRLI_{pt}) = \alpha_p + \gamma * TAMANO_p + \varepsilon_{pt}$$

A continuación se presentan los resultados donde se ve que el tamaño del proveedor no tiene injerencia en la dispersión de precios:

Efecto aleatorio	(1)	(2)
	PRCM	PRLI
Grande	0 (.)	0 (.)
Mediana	-0.271 (-1.08)	-0.155 (-1.91)
Micro	-0.207 (-0.34)	-0.104 (-1.16)
Pequeña		0.0961 (0.96)
Constant	0.539*** (7.79)	0.615*** (24.00)
Observations	110	984
Controls	Grande	Grande
	Mediana	Mediana
	Micro	Micro
	Pequeña	Pequeña
R2 overall	0.0122	0.0067

t statistics in parentheses
 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Figura 3.4: Resultados regresión panel 3

3.2.2. Análisis a compras desagregadas

Segmento comprador y distancia a Santiago

Esta subsección busca dar respuesta a las siguientes hipótesis:

Hipótesis 4: La dispersión de precio entre los canales depende de la distancia a Santiago del comprador público

Hipótesis 5: El segmento al cual pertenece el comprador público, influye en la dispersión de precio

Ahora que se trabaja con el set de datos desagregado, se pueden realizar análisis para ver cuales de las características de los compradores influyen en las diferencias de precio. Las variables que se utilizarán serán el segmento del comprador y la distancia a Santiago. Para esto se utilizaron los siguientes modelos:

$$\log(PRCM_{upt}) = \alpha_p + \beta * SEGMENTO_u + \gamma * DISTANCIA_u + \varepsilon_{upt}$$

$$\log(PRLI_{upt}) = \alpha_p + \beta * SEGMENTO_u + \gamma * DISTANCIA_u + \varepsilon_{upt}$$

En la siguiente figura se presentan los resultados, donde se observa que no hay evidencia suficiente para afirmar que existen diferencias de precio según si el comprador público sea un hospital, una municipalidad o a que distancia de Santiago se encuentra. Además un R^2 cercano a 0 indica que el modelo no es explicativo de la situación real.

Efecto aleatorio	(1)	(2)
	PRCM	PRLI
Hospitales	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	-0.0928 (-1.79)	0.00865 (0.26)
Distancia	-0.0000142 (-0.41)	-0.00000624 (-0.31)
Constant	0.516*** (13.33)	0.718*** (28.32)
Observations	7793	64523
Controls	Hospitales	Hospitales
	Municipalidades	Municipalidades
	Distancia a Stgo	Distancia a Stgo
R2 overall	0.0005	0.0

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Figura 3.5: Resultados regresión panel 4

Capítulo 4

Medición de impacto de introducción de Convenios Marco de medicamentos 1 y 2 en Licitación y Cenabast

4.1. Metodología

Para tratar de dar respuesta a esta interrogante, se utilizará un método econométrico denominado diferencias de diferencias o DD[12]. DD es una técnica estadística que busca imitar un experimento utilizando observaciones reales. Éste calcula el efecto de un tratamiento (i.e una variable explicativa), comparando el cambio promedio sobre el tiempo en la variable dependiente, para el grupo de tratamiento y el grupo de control. En la siguiente figura se presenta de manera gráfica lo que se espera del método:

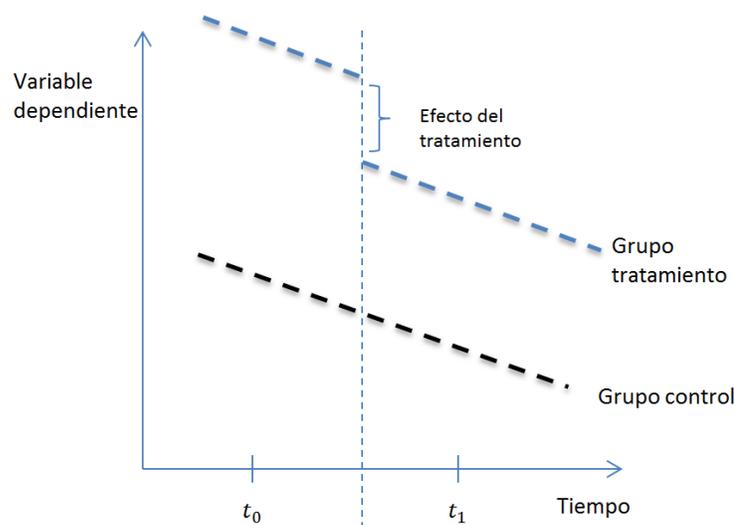


Figura 4.1: Método DD

El modelo en general toma la siguiente forma:

$$y_{ist} = \gamma_s + \lambda_t + \delta D_{st} + \varepsilon_{ist}$$

Donde y_{ist} es la variable dependiente para el individuo i , s el estado y t el tiempo. γ_s y λ_t son el intercepto vertical para s y t respectivamente. δ es el efecto del tratamiento y ε_{ist} es el término de error. D_{st} es la variable *dummy* indicando el estado del tratamiento de la siguiente manera:

$D_{st} = 1$ si es período post-tratamiento y es grupo de tratamiento

$D_{st} = 0$ si es período pre-tratamiento o es grupo de control

En este caso en particular, el tratamiento es si el producto entró a convenio marco 1 ó 2 según sea el caso, y se quiere estudiar cómo influye esta introducción en los precios de los otros canales y sus participaciones de mercado.

Para utilizar este método, es necesario que se cumpla el supuesto de **tendencias paralelas**. Esto es que tanto el grupo de tratamiento como el de control sigan la misma tendencia de cambio antes del tratamiento. Para comprobar esto, se utilizó una regresión lineal sobre los períodos antes del inicio de convenio marco 2 y se demostró que entre cada período existe la misma tendencia para ambos grupos. Esto no se pudo comprobar para el inicio de convenio marco 1 debido a que no se contaba con suficiente información.

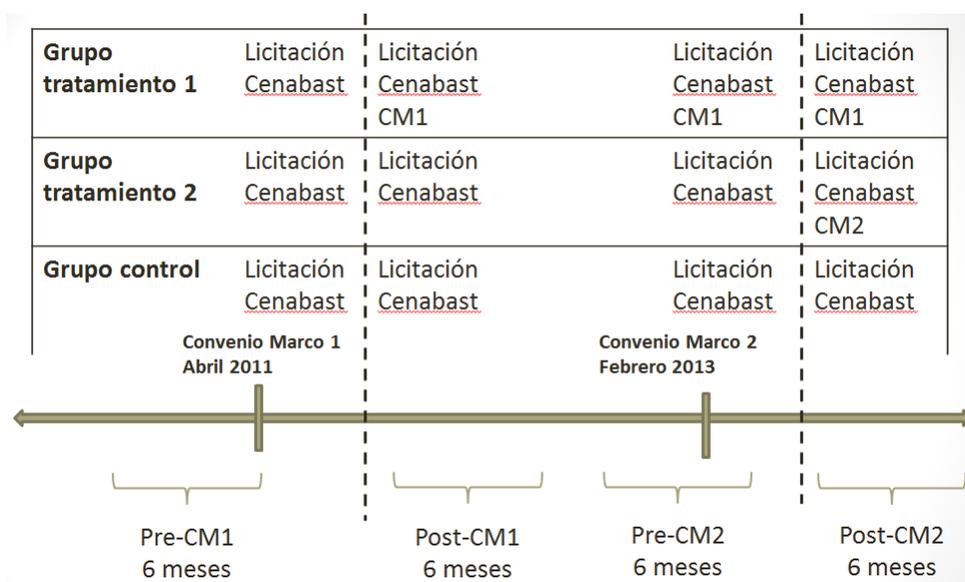


Figura 4.2: Esquema de los períodos a utilizar

En la figura anterior se puede observar un esquema de como son los períodos a utilizar para esta metodología. Para cada análisis se toma un período antes y uno después del inicio del tratamiento. En este caso se utilizarán los siguientes períodos:

- Pre-CM1: Octubre 2010 - Abril 2011 (6 meses)
- Post-CM1: Octubre 2011 - Abril 2012 (6 meses)
- Pre-CM2: Julio 2012 - Diciembre 2012 (6 meses)
- Post-CM2: Abril 2013 - Septiembre 2013 (6 meses)

Al existir dos entradas en vigencia de convenios marco para distintos productos, tendremos 2 grupos de tratamiento y uno de control. El primer grupo de tratamiento hace referencia a los productos que en un principio se vendían solo por Cenabast y licitación, y al crearse el convenio 1 de medicamentos en abril de 2011 se abre un nuevo canal. Similar para el grupo de tratamiento 2, que corresponde a los productos que se comenzaron a vender por convenio marco 2 en febrero de 2013. Como grupo de control se tiene a los productos que nunca se vendieron por ninguno de los convenios marco y se vendieron siempre por Cenabast o por licitación.

Una vez que se tiene definido cuál es el grupo de control y cuáles los de tratamiento, se realiza una regresión lineal sobre el modelo escogido, para calcular los efectos del tratamiento. El uso de un grupo de control permite capturar los efectos de cambios en el mercado y permite distinguir si, por ejemplo, los cambios en precio se deben a un cambio en el mercado o a la introducción de la variable de control, en este caso la introducción de convenio marco.

En estadística la regresión lineal o ajuste lineal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio ε . Este modelo puede ser expresado como:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 * X_1 + \dots + \beta_n * X_n + \varepsilon$$

El modelo utilizado debe cumplir los siguiente supuestos:

1. Que la relación entre las variables sea lineal
2. Que los errores en la medición de las variables explicativas sean independientes entre sí
3. Que los errores tengan varianza constante. (Homocedasticidad)
4. Que los errores tengan una esperanza matemática igual a 0 (los errores de una misma magnitud y distinto signo son equiprobables)
5. Que el error total sea la suma de todos los errores

Si el modelo cumple los supuestos, se puede estimar el valor de los coeficientes utilizando el método de mínimos cuadrados ordinarios. Este método calcula los coeficientes minimizando la suma de cuadrados de los residuos, esto es equivalente a:

$$\hat{\beta} = \underset{b}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^n (y_i - x_i' \beta)^2$$

Como la función a minimizar es cuadrática en β y definida positiva, tiene un mínimo global único. Este se puede escribir de forma matricial de la siguiente manera:

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1}X'Y$$

4.1.1. Parámetros

- **t** = Período $\in \{0,1\}$, este parámetro toma el valor 0 si la transacción ocurre antes de inicio convenio marco y un 1 si ocurre después.
- **p** = Producto único , se analizan los productos únicos utilizando la codificación usada por Cenabast. Esto esta representado por un formato y concentración para cada medicamento.
- **c** = Canal , vía por la cual se realizó la transacción.

4.1.2. Variables dependientes

Se seleccionaron las siguientes variables dependientes, debido a que cada una captura un efecto distinto donde podría haber afectado la introducción de convenio marco como una fracción de lo que paso antes de CM y de lo que paso después:

$$\frac{P_{p1}^c}{P_{p0}^c} = \frac{\text{Precio pond. prod. p por canal c en período post CM}}{\text{Precio pond. prod. p por canal c en período pre CM}}$$

$$\frac{M_{p1}^c}{M_{p0}^c} = \frac{\text{Monto gastado prod. p por canal c + CM en período post CM}}{\text{Monto gastado prod. p por canal c en período pre CM}}$$

$$\frac{L_{p1}^c}{L_{p0}^c} = \frac{\text{Monto gastado prod. p por canal c en período post CM}}{\text{Monto gastado prod. p por canal c en período pre CM}}$$

4.1.3. Variables independientes

1. **Dummy de convenio marco 1:** Esta es una variable “dummy” que toma el valor de 1 cuando el producto único ingreso en el convenio marco 1 y 0 si no.

$$EntraCM1_p$$

2. **Dummy de convenio marco 2:** Esta es una variable “dummy” que toma el valor de 1 cuando el producto único ingreso en el convenio marco 2 y 0 si no.

$$EntraCM2_p$$

3. **Segmento comprador:** Este es un conjunto de variables “dummy” que indican el segmento comprador al cual pertenecen las observaciones. Esto permite identificar el efecto individual sobre cada segmento. La clasificación de segmentos es como sigue:
 - Consultorios
 - Fuerzas Armadas
 - Hospitales
 - Municipalidades
 - Organismos públicos
 - Servicios Salud
 - Universidades

4. **Tipo de material:** Este es un conjunto de variables “dummy” que indican el tipo de material que corresponde al producto. Esto permite identificar el efecto individual sobre cada grupo de productos. Esta segmentación la realiza Cenabast, como sigue:
 - NI: Productos no identificados
 - Fármacos
 - Psicotrópicos
 - Refrigerados
 - Sueros

4.2. Resultados Empíricos

4.2.1. Licitación vs Convenio Marco

Lo primero que se analizará serán las interacciones entre convenio marco y las compras realizadas vía licitación.

Impacto de ingreso CM en precios licitación

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis a: El ingreso de convenio marco introdujo más competencia, por lo que bajaron los precios de licitación

Lo primero que se trató de dilucidar fue si la entrada de CM como nuevo canal de compra, introdujo más competencia y por ende una baja en los precios de licitación. Esto se estudió para ambos convenios marco, conforme a lo explicado en la metodología 4.1. Se utilizaron los siguientes modelos explicativos:

$$\log\left(\frac{P_{up1}^{li}}{P_{up0}^{li}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM1_p + SEGMENTO_u + \varepsilon_{up}$$

$$\log\left(\frac{P_{up1}^{li}}{P_{up0}^{li}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM2_p + SEGMENTO_u + \varepsilon_{up}$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los precios ponderados de los productos en el canal de licitación, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al segmento de los compradores y otro del tratamiento.

Esto se resolvió utilizando el software “Stata”. El cual entrega el resultado de la regresión lineal y la significancia estadística de los coeficientes del modelo. A continuación se presentarán los resultados en tablas resumen. En las columnas se muestran los resultados de diversos experimentos y en las filas se muestra el valor de los coeficientes estimados. Si al valor de algún coeficiente lo acompañan asteriscos indica que el coeficiente es estadísticamente significativo, siendo 1 asterico levemente significativo y 3 astericos muy significativo.

Para convenio marco 1, los resultados fueron:

CM1	(1)	(2)	(3)
	y	y	y
EntraCM1	-0.0133 (-0.56)	-0.0376 (-1.13)	-0.0149 (-0.30)
Consultorios	0 (.)		
Fuerzas Armadas	0.0792* (2.20)		
Hospitales	0.0621 (1.75)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	0.0876* (2.29)	0.0269 (0.94)	0.0171 (0.52)
Organismos Publicos	-0.164* (-2.01)		
Servicios Salud	0.0289 (0.79)		
Universidades	0.0420 (0.39)		
CM1_dummy=0 # Hospitales			0 (.)
CM1_dummy=0 # Municipalidades			0 (.)
CM1_dummy=1 # Hospitales			-0.0409 (-0.61)
CM1_dummy=1 # Municipalidades			0 (.)
Constant	-0.0418 (-1.40)	0.0253 (1.31)	0.0291 (1.44)
Observations	2036	846	846
Controls	Consultorios FF.AA Hospitales Municipalidades Organismos Públicos Servicios Salud Municipalidades CM1	Hospitales Municipalidades CM1	Hospitales Municipalidades CM1 CM1#segmento
R2 overall	0.0081	0.0024	0.0028
R2ajustado	0.0047	0.0000	-0.0007

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.3: Resultados regresión comparación precio CM 1 vs precio licitación

Aquí se puede observar que ninguno de los controles es estadísticamente significativo, especialmente la variable *EntraCM1* que indicaría que el grupo de tratamiento fue distinto al grupo de control, además, los 3 experimentos entregan un R^2 cercano a 0, que indica que el modelo usado no es explicativo de los datos. Esto se interpreta de la siguiente manera: no se puede confirmar un impacto en los precios de licitación al ingresar el convenio marco 1 en el año 2011.

Para convenio marco 2, los resultados fueron:

CM2	(1)	(2)	(3)
	y	y	y
EntraCM2	0.0145 (0.50)	0.0374 (0.84)	0.0880 (1.31)
Consultorios	0(.)		
Fuerzas Armadas	-0.0220 (-0.75)		
Hospitales	-0.0143 (-0.50)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	0.0103 (0.33)	0.0243 (0.93)	0.0159 (0.58)
Organismos Publicos	-0.0144 (-0.27)		
Servicios Salud	0.0237 (0.79)		
Universidades	-0.248** (-2.10)		
CM1_dummy=0 # Hospitales			0(.)
CM1_dummy=0 # Municipalidades			0(.)
CM1_dummy=1 # Hospitales			-0.0898 (-1.01)
CM1_dummy=1 # Municipalidades			0(.)
Constant	-0.0221 (-0.94)	-0.0384* (-2.29)	-0.0351* (-2.06)
Observations	2070	851	851
Controls	Consultorios FF.AA Hospitales Municipalidades Organismos Públicos Servicios Salud Municipalidades CM2	Hospitales Municipalidades CM2	Hospitales Municipalidades CM2 CM2#segmento
R2 overall	0.0073	0.0019	0.0031
R2ajustado	0.0039	-0.0004	-0.0004

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.4: Resultados regresión comparación precio CM 2 vs precio licitación

Al igual que para CM 1, se puede observar que ninguno de los controles es estadísticamente significativo y los 3 experimentos entregan un R^2 cercano a 0. Lo único que llama la atención es el control de universidades, que en el primer experimento es significativo y con signo negativo. Esto nos dice que los precios cambiaron menos para las universidades entre el período antes de convenio marco 2 y post convenio marco 2, pero al ser la variable *EntraCM2* no significativa, esto es un resultado para todos los medicamentos por igual y no hay diferencias entre el grupo

de tratamiento y el grupo de control. Dado esto, no se puede confirmar un impacto en los precios de licitación al ingresar el convenio marco 2 en febrero del año 2013.

Impacto de ingreso CM en tamaño mercado licitación + CM

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis c: El ingreso de convenio marco le quitó participación a licitación

El siguiente análisis realizado tiene que ver con si el ingreso de los convenios marco atrajo a otros compradores públicos a comprar por este canal o fueron los mismos que antes compraban por licitación, que se cambiaron a convenio marco. Cabe mencionar que los “nuevos” compradores públicos pueden ser compradores que antes compraban por Cenabast o que realizaban tratos directos con los proveedores, los cuales están permitidos por ley cuando existe una justificación apropiada para realizarlos, como se explicó en el capítulo 1.

A continuación se presenta un gráfico de los montos transados que se encuentran en la base de datos, para los productos que no entraron a convenio marco 1 en los períodos pre y post inicio de convenio marco 1:

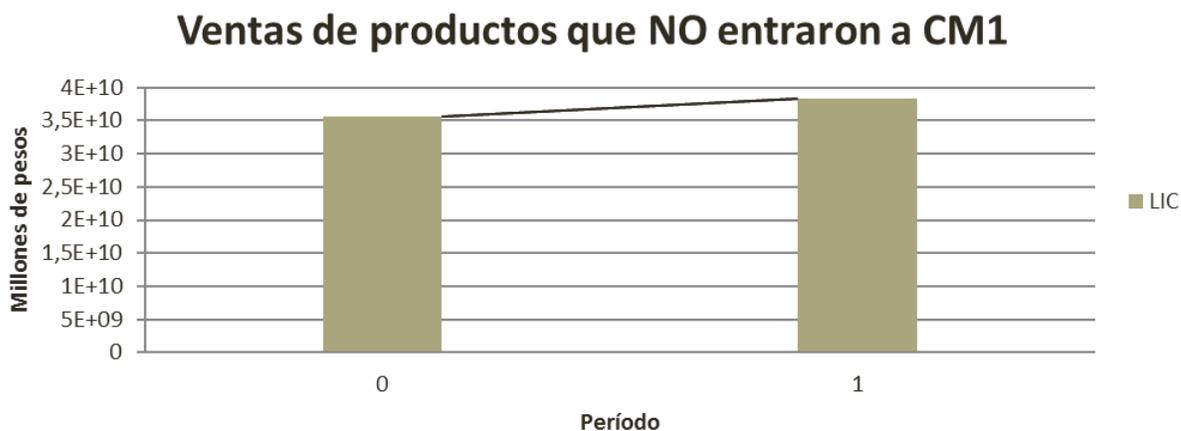


Figura 4.5: Crecimiento ventas período 0 a 1 en productos que no entraron a CM 1

Si se mira la figura anterior, se ve que el mercado de los productos que no entraron a convenio marco 1 creció un 7,56 % entre el período pre y post convenio marco 1. Ahora por el contrario se presenta un gráfico del crecimiento de mercado de los productos que si ingresaron a convenio marco 1:

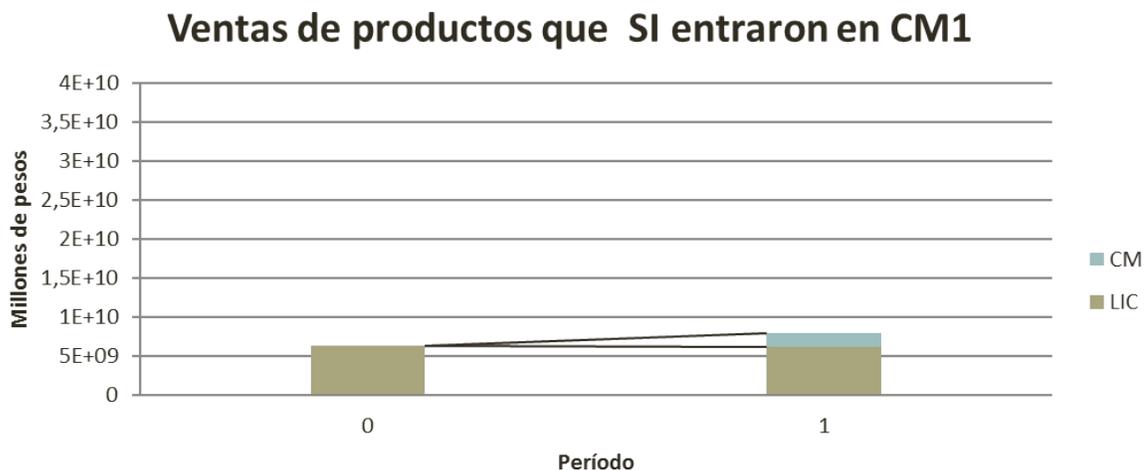


Figura 4.6: Crecimiento ventas período 0 a 1 en productos que entraron a CM 1

Al observar el mercado de los productos que si ingresaron a convenio marco 1, este creció un 25,13 % en montos gastados. Este análisis permite identificar visualmente que pareciera existir una diferencia en el crecimiento del mercado de los productos que entraron a convenio marco 1 versus los que no entraron, lo cual va en línea con las hipótesis propuestas anteriormente.

Para comprobar esta hipótesis se utilizaron los siguientes modelos:

$$\log\left(\frac{M_{up1}^{li}}{M_{up0}^{li}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM1_p + \gamma SEGMEN TO_u + \varepsilon_{up}$$

$$\log\left(\frac{M_{up1}^{li}}{M_{up0}^{li}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM2_p + \gamma SEGMEN TO_u + \varepsilon_{up}$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los montos gastados tanto en convenio marco como licitación, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al segmento de los compradores y otro de tratamiento.

Para convenio marco 1, los resultados fueron:

CM1	(1)	(2)	(3)
	Y	Y	Y
CM1_dummy	0.279*** (5.42)	0.188** (2.99)	0.150 (1.59)
Consultorios	0 (.)		
Fuerzas Armadas	0.184* (2.39)		
Hospitales	0.259*** (3.39)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	0.441*** (5.37)	0.188*** (3.48)	0.205** (3.30)
Organismos Públicos	0.278 (1.58)		
Servicios Salud	0.113 (1.44)		
Universidades	-0.441 (-1.93)		
CM1_dummy=0 # Hospitales			0(.)
CM1_dummy=0 # Municipalidades			0(.)
CM1_dummy=1 # Hospitales			0.0694 (0.55)
CM1_dummy=1 # Municipalidades			0 (.)
Constant	-0.174** (-2.72)	0.104** (2.84)	0.0973* (2.54)
Observations	2036	846	846
Controls	CM1	CM1	CM1
	Consultorios		
	FF.AA	Hospitales	Hospitales
	Hospitales	Municipalidades	Municipalidades
	Municipalidades		CM1#segmento
	Organismos Públicos		
	Servicios Salud		
R2 overall	0.0349	0.0263	0.0266
R2ajustado	0.0316	0.0239	0.0231

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.7: Resultados regresión comparación participación CM 1 vs participación licitación

Para estos experimentos (1) y (2) se aprecia que la variable dummy CM1, que indica si el producto ingresó o no a convenio marco 1 es altamente significativa con un signo positivo. Esto se interpreta de la siguiente forma: para los productos que entraron a convenio marco 1 creció más el mercado en comparación a los productos que no entraron. El efecto económico de esta diferencia se explica en la siguiente subsección.

Las variables de Hospitales y Municipalidades resultaron significativas en tanto los experimentos (1) y (2), por lo que se escogerá el experimento (2) que omite los segmentos poco relevantes, de esta manera es más clara la interpretación de los resultados. Como el coeficiente de Hospitales se normalizó a 0 y el de Municipalidades es positivo, indica que el mercado creció más para las Municipalidades que para los Hospitales. El efecto económico de esta diferencia se explica en la siguiente subsección.

Para convenio marco 2, los resultados fueron:

CM2	(1)	(2)	(3)
	y	y	y
CM2_dummy	0.163*	0.256**	0.366**
	(2.29)	(2.92)	(2.75)
Consultorios	0 (.)		
Fuerzas Armadas	-0.166* (-2.26)		
Hospitales	-0.139 (-1.92)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	-0.103 (-1.32)	0.0337 (0.65)	0.0155 (0.29)
Organismos Públicos	-0.429** (-2.96)		
Servicios Salud	-0.0852 (-1.13)		
Universidades	-0.257 (-1.32)		
CM2_dummy=0 # Hospitales			0 (.)
CM2_dummy=0 # Municipalidades			0 (.)
CM2_dummy=1 # Hospitales			-0.195 (-1.10)
CM2_dummy=1 # Municipalidades			0 (.)
Constant	0.229*** (3.82)	0.0821* (2.46)	0.0893** (2.63)
Observations	2032	849	849
Controls	CM2	CM2	CM2
	Consultorios		
	FF.AA	Hospitales	Hospitales
	Hospitales	Municipalidades	Municipalidades
	Municipalidades		CM2#segmento
	Organismos Públicos		
	Servicios Salud		
R2 overall	0.0081	0.0106	0.0120
R2ajustado	0.0047	0.0082	0.0085

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.8: Resultados regresión comparación participación CM 2 vs participación licitación

De manera análoga que para convenio marco 1, la variable dummy CM2 indica que el mercado creció más para los productos que ingresaron a convenio marco 2, pero la diferencia es que, en este caso, no se detectan diferencias significativas entre Hospitales y Municipalidades.

Efecto económico entrada de Convenio Marco

De los resultados de la subsección anterior, se pueden despejar los coeficientes en el modelo utilizado y reemplazar su valor por los resultados de la regresión. Esto nos indica el impacto económico que tuvo el ingreso de los convenios marco de medicamentos. La siguiente figura muestra cuanto crecieron las compras de medicamentos para los Hospitales y Municipalidades luego del ingreso de convenio marco 1:

CM1	Si producto no esta en CM	Si producto esta en CM
Hospital	10,96%	33,91%
Municipalidad	33,91%	61,60%

Figura 4.9: Efecto económico entrada de CM 1 sobre el tamaño del mercado

Análogamente, la siguiente figura muestra el impacto del ingreso de convenio marco 2:

CM2	Si producto no esta en CM	Si producto esta en CM
Hospital o Municipalidad	8,56%	40,23%

Figura 4.10: Efecto económico entrada de CM 2 sobre el tamaño del mercado

Como se mencionó en la subsección anterior, para convenio marco 2 no se observó diferencias significativas entre los Hospitales y las Municipalidades.

Efecto canibalización de CM sobre licitaciones

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis c: El ingreso de convenio marco le quitó participación a licitación

Para confirmar los resultados del experimento de la subsección sobre tamaño de mercado (4.2.1), es necesario repetir el experimento, pero ahora en vez de tratar de explicar el crecimiento del mercado de licitación más convenio marco, solo se explica el crecimiento del mercado de licitación. Esto tiene la finalidad de ver si hubo reemplazo de las ventas de licitación por ventas en convenio marco, lo que se reflejaría en un cambio más drástico de participación para los productos que ingresaron a convenio marco versus los que no ingresaron. Es decir, si es que no existió canibalización de convenio marco en las ventas de licitación, se espera que al correr este nuevo modelo, no se vean diferencias significativas en los productos que sí o no entraron a convenio marco.

Los modelos utilizados para comprobar esta hipótesis fueron;

$$\log\left(\frac{L_{up1}^i}{L_{up0}^i}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM1_p + SEGMENTO_u + \varepsilon_{up}$$

$$\log\left(\frac{L_{up1}^i}{L_{up0}^i}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM2_p + SEGMENTO_u + \varepsilon_{up}$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los montos gastados vía licitación, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al segmento de los compradores y otro de tratamiento.

A continuación se explican los resultados de la figura presentada en la página siguiente:

En esta figura se aprecia que no hay diferencia significativa entre los productos que entraron y los que no entraron a convenio marco 1 en todos los experimentos, por lo que no se observa que haya crecido menos el mercado de las licitaciones al ingresar convenio marco, lo que implicaría que no existe un efecto canibalización entre licitación y convenio marco, para convenio marco 1.

Los resultados para convenio marco 1 se muestran a continuación:

	(1)	(2)	(3)
	Y	Y	Y
CM1_dummy	0.0275 (0.53)	-0.0977 (-1.54)	-0.00317 (-0.03)
Consultorios	0 (.)		
Fuerzas Armadas	0.143 (1.85)		
Hospitales	0.214** (2.80)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	0.453*** (5.50)	0.247*** (4.53)	0.206** (3.29)
Organismos Públicos	0.324 (1.84)		
Servicios Salud	0.131 (1.65)		
Universidades	-0.367 (-1.60)		
CM1_dummy=0 # Hospitales			0 (.)
CM1_dummy=0 # Municipalidades			0 (.)
CM1_dummy=1 # Hospitales			-0.170 (-1.33)
CM1_dummy=1 # Municipalidades			0 (.)
Constant	-0.160* (-2.50)	0.0796* (2.16)	0.0952* (2.47)
Observations	2036	846	846
Controls	CM1 Consultorios FF.AA Hospitales Municipalidades Organismos Públicos Servicios Salud	CM1 Hospitales Municipalidades	CM1 Hospitales Municipalidades CM1#segmento
R2 overall	0.0210	0.0254	0.0275
R2ajustado	0.0176	0.0231	0.0240

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.11: Resultados regresión efecto de canibalización de CM 1 sobre Licitación

Para convenio marco 2, los resultados fueron:

	(1)	(2)	(3)
	Y	Y	Y
CM2_dummy	-0.0230 (-0.32)	0.0156 (0.17)	0.316* (2.31)
Consultorios	0		
Fuerzas Armadas	-0.102 (-1.38)		
Hospitales	-0.146* (-2.00)	0 (.)	0 (.)
Municipalidades	-0.0490 (-0.62)	0.0967 (1.81)	0.0469 (0.84)
Organismos Públicos	-0.377* (-2.57)		
Servicios Salud	-0.105 (-1.37)		
Universidades	-0.154 (-0.78)		
CM2_dummy=0 # Hospitales			0 (.)
CM2_dummy=0 # Municipalidades			0 (.)
CM2_dummy=1 # Hospitales			-0.533**(-2.93)
CM2_dummy=1 # Municipalidades			0 (.)
Constant	0.173** (2.85)	0.0230 (0.67)	0.0425 (1.22)
Observations	2032	849	849
Controls	CM2	CM2	CM2
	Consultorios		
	FF.AA	Hospitales	Hospitales
	Hospitales	Municipalidades	Municipalidades
	Municipalidades		CM2#segmento
	Organismos Públicos		
	Servicios Salud		
R2 overall	0.0047	0.0039	0.0139
R2ajustado	0.0013	0.0016	0.0104

t statistics in parentheses
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.12: Resultados regresión efecto de canibalización de CM 2 sobre Licitación

Los resultados son análogos que para convenio marco 1, por lo que se concluye que no se observa efecto canibalización entre convenio marco y las ventas vía licitación.

4.2.2. Cenabast vs Convenio Marco

En las siguientes subsecciones se repetirá el procedimiento anterior, pero ahora analizando las interacciones entre convenio marco y las transacciones realizadas vía Cenabast. Dado que Cenabast cobra el mismo precio al comprador independiente del segmento al cual pertenezcan o distancia a Santiago de la que se ubiquen, en vez de utilizar estas variables se utilizará la variable tipo de material, para analizar cuales son las características de producto que influyen en las interacciones.

Debido a que el set de datos obtenido termina en septiembre de 2013, este análisis sólo se realizó para convenio marco 1. No fue posible replicarlo para convenio marco 2 debido a que la mayoría de las compras realizadas por Cenabast son a fin de año por lo que se cuenta con muy pocas observaciones como para realizar conclusiones interesantes.

Impacto de ingreso de CM en precios de Cenabast

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis b: El ingreso de convenio marco introdujo más competencia, por lo que bajaron los precios alcanzados por Cenabast

Para comenzar este análisis se midió si el ingreso de convenio marco, tuvo algún efecto en los precios que logra Cenabast en sus licitaciones. Esto va en la línea de la hipótesis que plantea que el convenio marco introdujo más competencia, por lo que bajó los precios de los otros canales. Para esto se planteó el siguiente modelo:

$$\log\left(\frac{P_{p1}^{ce}}{P_{p0}^{ce}}\right) = \alpha + \beta * EntraCM1_p + MATERIAL_p + \varepsilon_p$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los precios ponderados de los productos en el canal de Cenabast, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al tipo de material del medicamento y otro de tratamiento.

A continuación se explican los resultados presentados en la página siguiente:

Nuevamente, al igual que en el caso de las licitaciones, se puede observar que ninguno de los controles es estadísticamente significativo, especialmente la variable CM1_dumy que indicaría que el grupo de tratamiento fue distinto al grupo de control. Esto se interpreta de la siguiente manera: no se puede confirmar un impacto en los precios que alcanza Cenabast al ingresar el convenio marco 1 en el año 2011.

Para convenio marco 1 los resultados fueron:

CM1	(1)	(2)	(3)
	y	y	y
CM1_dummy	0.148 (1.18)	0.145 (1.10)	0.0988(0.32)
Fármacos		0 (.)	0 (.)
NI		-0.0252 (-0.46)	-0.0249 (-0.45)
Psicotrópicos		0.308 (1.22)	0.308 (1.22)
Refrigerados		-0.00902 (-0.10)	-0.00869 (-0.10)
Sueros		-0.00248 (-0.02)	0.0133 (0.07)
CM1_dummy=0 #Fármacos			0 (.)
CM1_dummy=0 #NI			0 (.)
CM1_dummy=0 #Psicotrópicos			0 (.)
CM1_dummy=0 #Refrigerados			0 (.)
CM1_dummy=0 #Sueros			0 (.)
CM1_dummy=1 #Fármacos			0.0571 (0.17)
CM1_dummy=1 #NI			0 (.)
CM1_dummy=1 #Psicotrópicos			0 (.)
CM1_dummy=1 #Refrigerados			0 (.)
CM1_dummy=1 #Sueros			0 (.)
Constant	0.0126 (0.58)	0.0160 (0.62)	0.0157 (0.61)
Observations	137	137	137

t statistics in parentheses

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Figura 4.13: Resultados regresión comparación precio CM 1 vs precio cenabast

Impacto de ingreso de CM tamaño mercado Cenabast + CM

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis d: El ingreso de convenio marco le quitó participación a Cenabast

El siguiente análisis realizado tiene como objetivo ver como afectó el ingreso de convenio marco en la participación de Cenabast, y ver si este nuevo canal atrajo compradores públicos “nuevos” a comprar por convenio marco, o se cambiaron de Cenabast a convenio marco. Estos nuevos compradores pueden haberse cambiado desde licitación o trato directo. Para esto se planteó el siguiente modelo:

$$\log\left(\frac{M_{up1}^{ce}}{M_{up0}^{ce}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM1_p + SEGMENTO_u + \varepsilon_{up}$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los montos gastados tanto en convenio marco como Cenabast, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al tipo de material del medicamento y otro de tratamiento.

A continuación se explican los resultados presentados en la página siguiente:

Se observa que el efecto de tratamiento, es decir la variable *CM1_dummy* para el experimento (1) no es estadísticamente significativa. Lo que sí es estadísticamente significativo es la constante del modelo, que representa cuánto creció el mercado de los medicamentos en general, para ese período. Al incorporar las interacciones de los tipos de medicamentos con el convenio marco, es decir el experimento (3), se observa que hubo un efecto significativo para los fármacos que entraron a convenio marco. Esto quiere decir que el mercado creció menos para los fármacos que entraron a convenio marco versus los que no entraron. Una posible explicación para esto, es que el análisis captura períodos de 6 meses antes y después del inicio de convenio marco. Pero ahora convenio marco entrega la posibilidad de comprar durante todo el año, por lo que es posible que los compradores hayan cambiado sus hábitos y en vez de comprar por Cenabast distribuyan sus compras durante el año a medida que disminuye la incertidumbre sobre la demanda que enfrentan. Se podría solucionar este problema mirando los datos de un año antes y un año después, pero no fue posible expandir el set de datos a estos períodos. Entonces, para comprobar esta hipótesis es necesario mirar la siguiente subsección, que explica la canibalización por parte de convenio marco que enfrentó Cenabast.

Además, al mirar el experimento (3), se observa que la variable *sueros* tiene un signo negativo estadísticamente significativo. Aquí cabe destacar que la variable *fármacos* a sido normalizada a 0, por lo que esto se interpreta de la siguiente manera: en relación a los fármacos, el mercado de los sueros creció menos en el período de estudio. Notemos que esta variable no esta relacionada con la variable “dummy” de convenio marco, por lo que este efecto se ve tanto en los medicamentos que entraron y los que no entraron a convenio marco, por lo que este efecto se explica por motivos ajenos al ingreso de convenio marco.

CM1	(1)	(2)	(3)
	Y	Y	Y
CM1_dummy	-0.702 (-1.41)	-0.298(-0.59)	1.794 (1.54)
Fármacos		0 (.)	0 (.)
NI		0.312 (1.49)	0.297 (1.43)
Psicotrópicos		1.004(1.04)	0.989 (1.03)
Refrigerados		0.0534(0.16)	0.0386(0.12)
Sueros		-1.4* (-2.39)	-2.122** (-3.11)
CM1_dummy=0 #Fármacos			0 (.)
CM1_dummy=0 #NI			0 (.)
CM1_dummy=0 #Psicotrópicos			0 (.)
CM1_dummy=0 #Refrigerados			0 (.)
CM1_dummy=0 #Sueros			0 (.)
CM1_dummy=1 #Fármacos			-2.572* (-1.99)
CM1_dummy=1 #NI			0 (.)
CM1_dummy=1 #Psicotrópicos			0 (.)
CM1_dummy=1 #Refrigerados			0 (.)
CM1_dummy=1 #Sueros			0 (.)
Constant	0.250** (2.94)	0.197* (1.99)	0.211* (2.15)
Observations	137	137	137

t statistics in parentheses

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.14: Resultados regresión comparación participación CM 1 vs participación cenabast

Efecto canibalización de CM sobre Cenabast

Esta subsección busca dar respuesta a la siguiente hipótesis:

Hipótesis d: El ingreso de convenio marco le quitó participación a Cenabast

Para corroborar la hipótesis que surge de la subsección anterior, esta es, que convenio marco le quito participación a Cenabast, es necesario repetir el experimento, pero ahora en vez de tratar de explicar el crecimiento del mercado de Cenabast más convenio marco, solo se explica el crecimiento del mercado de Cenabast. Esto tiene la finalidad de ver si hubo reemplazo de las ventas de Cenabast por ventas en convenio marco, lo que se reflejaría en una baja de participación de Cenabast en los productos que ingresaron a convenio marco versus los que no ingresaron. Es decir, si es que no existió canibalización de convenio marco en las ventas de Cenabast, se espera que al correr este nuevo modelo, se vean diferencias significativas entre los productos que ingresaron a convenio y los que no.

El modelos utilizado para comprobar esta hipótesis fue;

$$\log\left(\frac{L_{up1}^{ce}}{L_{up0}^{ce}}\right) = \alpha_{up} + \beta * EntraCM1_p + SEGMENTo_u + \varepsilon_{up}$$

Este modelo explica el cambio porcentual en los montos gastados vía Cenabast, como un efecto común a todos los medicamentos y compradores, uno correspondiente al tipo de material del medicamento y otro de tratamiento.

A continuación se explican los resultados presentados en la página siguiente:

Si se analiza el experimento (1), se observa que sí hubo un efecto significativo de canibalización de Cenabast, ya que la variable `CM1_dummy` es estadísticamente significativa y la constante del modelo es positiva. La constante nos dice la tendencia de crecimiento de los medicamentos en general y la variable `CM1_dummy`, al tener signo negativo, nos dice que Cenabast disminuyó su participación en los medicamentos que entraron a convenio marco, reflejando la menor demanda que le solicitaron los compradores.

Al mirar el experimento (3), se ve que este efecto principalmente es en los fármacos que entraron a convenio marco, representado por la variable `CM1_dummy1#Fármacos` que indica que Cenabast fue canibalizado por convenio marco en este tipo de medicamentos. Además, al igual que en la subsección anterior se ve que Cenabast creció menos en sueros que en otros medicamentos, lo cual es independiente de si el suero entró o no a convenio marco. Esto es un resultado que es explicado por motivos ajenos a la creación de convenio marco.

CM1	(1)	(2)	(3)
	Y	Y	Y
CM1_dummy	-1.435** (-2.75)	-1.067* (-1.98)	1.510 (1.23)
Fármacos		0(.)	0(.)
NI		0.316 (1.42)	0.297 (1.36)
Psicotrópicos		1.007 (0.98)	0.989 (0.98)
Refrigerados		0.0568 (0.16)	0.0386 (0.11)
Sueros		-1.245* (-2.01)	-2.122** (-2.97)
CM1_dummy=0 # Fármacos			0(.)
CM1_dummy=0 # NI			0(.)
CM1_dummy=0 # Psicotrópicos			0(.)
CM1_dummy=0 # Refrigerados			0(.)
CM1_dummy=0 # Sueros			0(.)
CM1_dummy=1 # Fármacos			-3.169* (-2.33)
CM1_dummy=1 # NI			0(.)
CM1_dummy=1 # Psicotrópicos			0(.)
CM1_dummy=1 # Refrigerados			0(.)
CM1_dummy=1 # Sueros			0(.)
Constant	0.250** (2.80)	0.193 (1.85)	0.211* (2.05)
Observations	137	137	137

t statistics in parentheses

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Figura 4.15: Resultados regresión efecto de canibalización de CM 1 sobre Cenabast

Conclusión

Durante el desarrollo de esta investigación, se utilizaron diferentes set de datos de transacciones reales para encontrar resultados empíricos que permitan analizar las interacciones entre los canales de compra de Convenio marco, Licitación y Cenabast para la compra pública de medicamentos, con el objetivo de poder realizar sugerencias de mejoras al diseño de este mercado.

La primera conclusión que se desprende del análisis, es que al observar los parámetros que influyen en la dispersión de precios entre canales, los que más influyen son si el producto pertenece a un programa ministerial y que tan monopolístico sea el mercado para ese medicamento. Para los productos en programa ministerial, las compras realizadas vía licitación son entre un 105% y un 132% más caras que los precios que obtiene Cenabast, asumiendo concentración de mercado moderada¹.

En el caso de concentración de mercado, el coeficiente estimado para Índice de Herfindahl nos dice que mientras más monopolístico sea un mercado, más cerca estarán los precios entre los 3 canales, esto indicaría que para los medicamentos con un mercado muy monopolístico el poder de compra de Cenabast no está jugando un rol importante. Esta conclusión se enmarca dentro de lo que la teoría económica indica que sucede en mercados monopolísticos y se corrobora con los resultados empíricos.

Otra conclusión importante de esta parte del estudio, es el hecho de la existencia de un “gap” de dispersión de precios entre canales transversal al tipo de medicamento que se analice. Este “gap” nos indica que los precios que se obtienen por licitación, en un mercado de concentración moderada, para un medicamento fuera de un programa ministerial serán un 59% más caros que Cenabast. Para un medicamento en las mismas condiciones comprado vía convenio marco, este “gap” será de un 397%. Estas cifras se obtuvieron utilizando el modelo de la sección 3.2.1.

Respecto al segmento al cual pertenece el comprador público y la distancia a Santiago a la que se encuentra, no se observan diferencias significativas en los precios que enfrentan los compradores. Es por esto que se concluye que no hay evidencia que indique la existencia discriminación de precio o ventajas intrínsecas para algunos compradores en alguno de los 3 canales de compra.

¹IHH de valor 1500

El estudio al impacto de la creación de convenio marco indica que no se puede afirmar que ésta haya tenido un efecto en los precios vistos por los canales restantes. Es decir el precio obtenido en las licitaciones y por Cenabast no se vió afectado por el ingreso de convenio marco como nueva alternativa de compra. Lo que si se puede afirmar de este análisis, es el hecho de que convenio marco no le quitó participación a las ventas realizadas por licitación pero si influyó en que los compradores públicos solicitaran menos a Cenabast, en relación a los medicamentos que no entraron a convenio marco. Además se observó que hubo una baja en las compras de Cenabast para los medicamentos tipo suero, con una explicación ajena a la introducción de Convenio marco.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación se proponen las siguientes recomendaciones al diseño del mercado público de medicamentos:

1. Fortalecer el rol de Cenabast como entidad que provee los medicamentos en programa ministerial, evitar realizar licitaciones independientes y no incluir estos medicamentos en Convenio Marco.
2. Si bien cada canal de compra tiene sus ventajas y desventajas respecto a su utilización, se recomienda considerar los “gap” obtenidos como el costo natural que se paga en precio por utilizar la vía de Licitación o Convenio Marco, versus comprar vía Cenabast. Un modelo como los planteados en el estudio permiten calcular el “gap” esperado para cada tipo de medicamento.
3. Se recomienda a Chilecompra y Cenabast, trabajar en conjunto para homologar los medicamentos bajo una misma codificación. Esto permitiría el monitoreo y supervisión constante del mercado público de medicamentos.
4. En el proceso de licitación para ingresar a convenio marco, revisar el método bajo el cual se eligen los productos sustitutos y que competirán en precio para ingresar al convenio. Esto debido a que se demostró que mientras mas monopólico sea el mercado de convenio marco, más caro será relativo a Cenabast.
5. Debido a que el ingreso de Convenio marco no tuvo impacto en precio en los canales ya existentes y hay medicamentos donde la dispersión de precio entre canales es baja, considerar estos medicamentos para futuros Convenios marco debido a que implican precios similares con una mayor disponibilidad e inmediatez sobre el producto.

Una hipótesis para explicar la canibalización de Convenio marco sobre Cenabast, es que convenio marco evita la incertidumbre de estimar la demanda con un año de anticipación. Bajo esta hipótesis, para aprovechar al máximo las particularidades de cada canal de compra, se podría comprar los productos de fácil almacenamiento vía Cenabast con un amplio stock de seguridad y los medicamentos que sean difíciles de almacenar o tengan una caducidad limitada comprar una cantidad moderada vía Cenabast y utilizar convenio marco para comprar la cantidad que falte durante el año. Debido a que la verificación de esta hipótesis quedó fuera de los alcances de este trabajo, se propone como investigación futura para continuar con el análisis de este mercado público.

Apéndice A

Anexos

A.1. Columbia-Chile Fund

Esta memoria esta enmarcada en el contexto de un proyecto de investigación en conjunto con “Columbia Business School”, Universidad de Chile y la Dirección Chilecompra. El nombre del proyecto es “Public Procurement Mechanisms: From Practice to Research (and Back Again)” y esta a cargo del equipo investigador liderado por los académicos Marcelo Olivares y Gabriel Weintraub de la Universidad de Chile y “Columbia Business School” respectivamente.

El objetivo del proyecto es proponer mejoras a los mecanismos de adquisición pública basados en la teoría y la práctica. En particular, la investigación se centrará en 2 líneas principales: el diseño de la licitación de los convenios marcos y el análisis de los niveles de competencia una vez adjudicado el convenio marco. En las siguientes secciones se explicará que se entiende por mercado público, los mecanismos de adquisición y los entes participantes.

A.2. Dirección Chilecompras



Figura A.1: Logo Institucional Dirección Chilecompras

A.2.1. Descripción organización

La Dirección Chilecompra es la institución que administra el Sistema de Compras Públicas de Chile (www.chilecompra.cl), funciona con un marco regulatorio único, basado en la transparencia, la eficiencia, la universalidad, la accesibilidad y la no discriminación. Es un Servicio Público descentralizado, que se relaciona con el Ministerio de Hacienda, y sometido a la supervigilancia del Presidente de la República. Se creó con la Ley de Compras Públicas N.º 19.886 y comenzó a operar formalmente el 29 de agosto de 2003. La Ley de Compras Públicas permite a Chilecompra llamar a licitación bajo Convenio Marco. Estos convenios son licitaciones públicas nacionales en las que las empresas que cumplen con los requerimientos de las bases y resultan adjudicados, se convierten en proveedores preferentes del Mercado Público al incorporarse en la tienda virtual de Convenios Marco Chilecompra Express. Lo más requerido por más de 850 servicios públicos, municipios y Fuerzas Armadas está disponible en este catálogo electrónico, la primera opción legal de compra para las entidades del Estado.

A través de la plataforma de comercio electrónico de licitaciones del Estado¹, la más grande del país, participan activamente más de 112.000 empresas privadas y se han transado más de US\$9.500 millones, cerca de un 3,5% del PIB nacional, en la adquisición de productos y servicios que permiten el buen funcionamiento de los organismos del Estado, gestión que va en directo beneficio de la ciudadanía. Estas compras incluyen desde material de oficina, medicamentos hasta servicios de transporte o consultorías.[3]

A.2.2. Misión y Visión

Misión

“Somos la institución pública que facilita la contratación de bienes y servicios a las instituciones del Estado, conectando sus necesidades con la oferta de los proveedores, a través del Sistema de Compras Públicas, promoviendo un mercado transparente, probo, accesible e inclusivo”

Visión

“Para el 2018, seremos reconocidos por liderar una contratación eficiente e inclusiva en el Estado, a través de una gestión participativa y de excelencia”

¹www.mercadopublico.cl

A.3. Cenabast



Figura A.2: Logo Institucional Cenabast

A.3.1. Descripción organización

La Central de Abastecimiento del Sistema Nacional de Servicios de Salud (CENABAST), es una institución pública, descentralizada, autofinanciada y dependiente del Ministerio de Salud, cuya misión es gestionar con eficiencia el abastecimiento de medicamentos, dispositivos de uso médico, insumos y alimentos para el sistema público de salud, generando ahorro, oportunidad y calidad que permitan contribuir al cumplimiento de las políticas públicas de salud.

Para ejercer dicha función, CENABAST gestiona a través de cinco departamentos técnicos la demanda de medicamentos e insumos proveniente de Servicios de Salud, hospitales, consultorios y del Ministerio de Salud.

- **Departamento Operaciones Comerciales:** Responsable de gestionar los requerimientos, reclamos y solicitudes de los establecimientos de la red pública de salud y de las Secretarías Ministeriales. A través de sus ejecutivos trabaja la programación y reprogramación de la demanda agregada, tanto por canal de intermediación como por Programas Ministeriales. Además, realiza los informes de cumplimientos mensuales para informar a la red sobre el nivel de abastecimiento, monitorea el nivel de satisfacción de los clientes a través de la elaboración y ejecución de una encuesta anual y encabeza reuniones en terreno para informar y revisar los avances de los procesos de mejoras institucionales.
- **Departamento Compras:** Responsable de gestionar mediante la utilización de las herramientas, entregadas por la Ley de Compras Públicas, la generación de contratos con proveedores de medicamentos e insumos médicos, para el abastecimiento de estos productos a la red de servicios de salud de Chile.
- **Departamento Gestión Contratos:** Responsable de gestionar el abastecimiento de productos a la red pública de salud a través de la correcta ejecución de los contratos del giro de Cenabast, manteniendo un adecuado control e irrestricto apego a las Bases, generando la información adecuada para los diversos actores del proceso de abastecimiento.
- **Dirección Técnica:** El Departamento Técnico y de Calidad Sanitaria de CENABAST, está integrado por químicos farmacéuticos, tecnólogos médicos, técnicos y administra-

tivos, quienes cumplen con la responsabilidad de asegurar que los productos ofertados, adquiridos y distribuidos tales como medicamentos, dispositivos y elementos de uso médico; productos alimenticios, alimentos para uso médico y especiales; Programa de Ayuda al Niño Recién Nacido (PARN), cumplan con las especificaciones y exigencias técnicas antes de ser distribuidos de acuerdo a la reglamentación vigente.

- **Departamento Logística:** Administración y mantención de las bodegas de CENABAST. Custodia y control de inventario de los fármacos e insumos médicos. Administración de los contratos de operadores logísticos para asegurar el proceso de distribución de fármacos e insumos médicos para la red de salud, de productos intermediados por Cenabast y, del PARN. Respuesta a alertas sanitarias y emergencias. A través de los mandatos de la Red de Salud, CENABAST levanta los requerimientos de más de 474 establecimientos, distribuidos a lo largo del país y consolida su demanda, para luego ofertar una canasta, que para el año 2012 totalizó más de 750 productos, a través de MercadoPublico a más de 191 proveedores. Finalmente controla el cumplimiento de los contratos de suministro de los proveedores a los establecimientos de la red de salud, a objeto de reducir el costo de administración de contratos, pues los clientes se relacionan con CENABAST y, esta institución a su vez, con todos los proveedores.

La intermediación realizada a través de su sitio web www.cenabast.cl, facilita por un lado el acceso a los establecimientos de salud para que estos programen sus requerimientos, confirmen la recepción de los productos, y por otro lado, dispone de una plataforma que les permite a los proveedores certificar los productos, levantar las órdenes de compra, informar de las entregas de productos y los pagos realizados por los establecimientos de salud, permitiendo compartir con la ciudadanía los resultados, prácticas y avances de su gestión.

Como una forma de apoyar el acceso a la información, CENABAST tiene a disposición de sus clientes, una plataforma de inteligencia de negocio (BI), que buscan potenciar la capacidad de análisis y el acceso a información de interés, transparentando el estado de su situación en materia de compras públicas, precios y reclamos pendientes.

A.3.2. Misión y Visión

Misión

“Gestionar con eficiencia el abastecimiento de medicamentos, dispositivos de uso médico, insumos y alimentos para el sistema público de salud, generando ahorro, oportunidad y calidad que permitan contribuir al cumplimiento de las políticas públicas de salud”

Visión

“CENABAST, para el 2016, habrá incrementado sustantivamente su participación en el mercado, y será reconocida como una institución con enfoques y prácticas similares a la de instituciones equivalentes en países de la OCDE. Estará focalizada en el desarrollo altamente profesional y moderno de sus competencias centrales, articulando de un modo públicamente beneficioso, servicios de alta eficiencia”

Apéndice B

Bibliografía

- [1] Chile, Ministerio de Hacienda, 2003, Ley de bases sobre contratos administrativos de suministro y prestación de servicios, Marzo 2010.
- [2] Dirección Chilecompra, 2014, [En línea] www.mercadopublico.cl/Portal/login.aspx [Consulta: 26 de octubre de 2014]
- [3] Dirección Chilecompra, 2014, [En línea] <http://www.chilecompra.cl/> [Consulta: 04 de noviembre de 2014]
- [4] Dirección Chilecompra, 2014, [En línea] <http://analiza.mercadopublico.cl/web/> [Consulta: 26 de octubre de 2014]
- [5] Chile, Ministerio de Hacienda, 2006, Directiva de contratación pública N°5 - Instrucciones para compras a través de convenio marco.
- [6] Chile, Ministerio de Hacienda, 2008, Directiva de contratación pública N°10 - Instrucciones para la utilización de trato directo.
- [7] Jerry A. Hausman, 1994, Valuation of New Goods under Perfect and Imperfect Competition.
- [8] Timothy F. Bresnahan, 1997, The Apple-Cinnamon Cheerios War: Valuing New Goods, Identifying Market Power, and Economic Measurement
- [9] Krishna, V. 2009 (second edition). Auction Theory. Massachusetts, Academic press.
- [10] Train, K. 2009 (second edition). Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge, Cambridge University Press.
- [11] Einav L., Kuchler T., Levin J., Sundaresany N. , 2013, Learning from Seller Experiments in Online Markets
- [12] Angrist J., Pischke J. 2008, Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion

[13] Baltagi, Badi H. 2008, *Econometric Analysis of Panel Data* (Fourth ed.)