

SUBASTA ELECTRÓNICA INTERACTIVA Y SUBASTA A SOBRE CERRADO: UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS EN BOLIVIA

WALTER ORELLANA ROCHA
BERNARDO X. FERNÁNDEZ TELLERÍA
VLADIMIR FERNÁNDEZ QUIROGA*

* Una versión preliminar de este documento fue presentada en la III Reunión de Operadores de Mercado Abierto, realizada en Cartagena de Indias, Colombia, en mayo de 2006. Cualquier error es de responsabilidad de los autores. Las opiniones vertidas en este documento no reflejan necesariamente la posición del Banco Central de Bolivia.

RESUMEN EJECUTIVO

La subasta es el mecanismo fundamental por medio del cual el Banco Central de Bolivia (BCB) ejecuta sus operaciones de mercado abierto, instrumento principal de su política monetaria. Este mecanismo es utilizado también en la colocación de valores para financiamiento fiscal. Luego de varios años de utilizar una subasta a sobre cerrado y precio discriminante, el año 2005 el BCB implementó una subasta electrónica interactiva, cuya modalidad es conocida usualmente como inglesa abierta o de precios ascendentes.

La teoría de subastas sostiene que el cambio de formato en éstas conlleva modificaciones importantes en las estrategias de los participantes y, por ende, en los resultados obtenidos. En síntesis, se esperaría que la aplicación de la nueva modalidad permita: a) la reducción de la llamada “maldición del ganador”, b) una mayor participación en subasta, y c) la caída de los costos de financiamiento para el emisor. Con el fin de evaluar y verificar estos postulados teóricos, el presente estudio realiza una comparación de los resultados generados por ambos formatos de subasta, mediante un análisis estadístico descriptivo y la estimación econométrica de dos ecuaciones reducidas, las cuales pretenden representar el comportamiento de los agentes en subasta.

Clasificación JEL: D4, D44

Palabras clave: Teoría de subasta, valores públicos, Bolivia.

Correos electrónicos de los autores: orellana@bcb.gov.bo,
bfernandez@bcb.gov.bo, vfernandez@bcb.gov.bo

1. INTRODUCCIÓN

La subasta de valores públicos se constituye en el mecanismo fundamental a través del cual el BCB ejecuta sus Operaciones de Mercado Abierto (OMA), principal instrumento de su política monetaria. Paralelamente, estas subastas también han sido utilizadas por el tesoro boliviano para colocar valores con fines de financiamiento fiscal. Durante muchos años, el formato de subasta empleado fue el que en la literatura de subastas se conoce como a sobre cerrado y precio discriminante. Sin embargo, aprovechando los últimos adelantos en programación *web* con base de datos, a inicios de agosto de 2005 el BCB implementó una subasta electrónica interactiva, cuyo formato se basa en la ampliamente conocida subasta inglesa abierta a precio discriminante. En ella, los participantes se congregan en una sala "virtual" (*i.e.* la red electrónica) y tienen la posibilidad de mejorar continuamente sus posturas hasta una hora límite, buscando adjudicarse los valores ofertados.¹

La teoría de subastas sostiene que el cambio del formato de una subasta de objetos con valoración interdependiente traerá consigo cambios no triviales en las estrategias de sus participantes y, en consecuencia, en los resultados finales obtenidos (Kirshna, 2002). Con esta inquietud, gran parte del debate orientado en la búsqueda del formato de subasta óptimo se ha concentrado en discutir las ventajas y desventajas de aplicar modalidades a precio discriminante o a precio uniforme, por encontrarse éstas entre las modalidades más utilizadas en la práctica.²

No obstante, muchos autores recomiendan no desestimar los efectos derivados de otros formatos alternativos de subasta que han empezado a emplearse. En esta línea, algunos planteamientos teóricos recientes sostienen que la aplicación de una subasta abierta, en lugar de un formato cerrado, da lugar a un mayor flujo de información durante el proceso de subasta, un factor fundamental que permitiría: a) observar menores indicios de la llamada "maldición del ganador", entendida como la posibilidad de pagar un precio mayor que el valor de reventa del objeto subastado; b) motivar una mayor participación y c) mejorar los niveles de recaudación del subastador. Empero, otros autores advierten también acerca de los riesgos de colusión que esta modalidad podría generar,

¹ El BCB realiza también subastas electrónicas para operaciones de reporto con el sistema financiero, las mismas que no serán parte del análisis en el presente documento.

² Véase, entre otros, Feldman y Reinhart (1996), Heller y Lengwiler (1998) y Armantier y Sbai (2003).

comportamiento que afectaría negativamente los ingresos para el subastador.³

Bajo estas consideraciones, el presente documento tiene como objetivo principal examinar los efectos derivados del cambio de formato de la subasta de valores públicos en el BCB, lo cual permitirá contrastar los resultados obtenidos con los postulados teóricos mencionados en la literatura, sin perder de vista las características esenciales del mercado financiero boliviano. Asimismo, el análisis a desarrollarse posibilitará emitir algunas reflexiones en torno al beneficio real del cambio efectuado y a la eventual necesidad de algunas medidas adicionales que contribuyan a su perfeccionamiento.

La metodología propuesta en este documento consiste en la estimación de dos modelos alternativos, basados en ecuaciones reducidas, que representan de manera intuitiva el comportamiento de los agentes en subasta y su reacción ante cambios en el formato de ésta, con el fin de cuantificar los efectos sobre el nivel de recaudaciones del emisor y la eficiencia de dicho mercado. Castellanos y Oviedo (2003) destacan que este enfoque es adecuado únicamente cuando las modalidades de subasta que se pretende comparar han sido efectivamente utilizadas. De lo contrario, se hace ineludible la construcción de ecuaciones estructurales que reflejen el comportamiento teórico esperado de los agentes bajo diferentes formatos, para así obtener funciones estratégicas hipotéticas cuyas predicciones puedan compararse con los resultados reales, o hipotéticos, de otras modalidades. En el caso boliviano, como sucedió también en Estados Unidos y México,⁴ la comparación directa de las subastas a sobre cerrado e interactiva a través de ecuaciones reducidas es factible, toda vez que ambos formatos han sido utilizados.

En el documento se aborda adicionalmente un fenómeno inherente a la subasta electrónica interactiva, conocido como "*last minute bidding*", que consiste en una mayor propensión a presentar posturas en los últimos segundos de cada subasta. Este comportamiento tiende a reducir las posibilidades de competencia, por lo que se analizan sus probables causas y se discuten algunos mecanismos para minimizarlo, tales como

³ Véase, por ejemplo, Nandi (1997).

⁴ En estos países se compararon las modalidades a precio discriminante y a precio uniforme. Véase, por ejemplo, Umlauf (1993) y Malvey y Archibald (1998).

la prórroga automática de la hora límite y la introducción de “precios de reserva” al inicio de la subasta.

Luego de esta introducción, la Sección 2 del documento revisa los fundamentos de la teoría de subastas y describe los principales formatos de subasta utilizados, así como sus diferencias y equivalencias más notables en términos de recaudaciones y eficiencia. En la Sección 3 se presenta un resumen del trabajo empírico de los últimos años relacionado con la búsqueda del formato de subasta óptimo para la colocación de valores públicos. La Sección 4 describe las características de la subasta interactiva del BCB y la Sección 5 contiene el análisis estadístico-econométrico de los efectos del cambio de modalidad de subasta en Bolivia y aborda el tópico de “*last minute bidding*”. En la última parte se exponen las principales conclusiones.

2. BREVE REVISIÓN DE LA TEORÍA DE SUBASTAS

2.1 LA SUBASTA Y SUS DIFERENTES FORMATOS

La subasta se define como un mecanismo diseñado para la venta o asignación de bienes y servicios, que es utilizado generalmente cuando el vendedor no posee certeza absoluta sobre el valor de mercado de éstos (Krishna, 2002), aunque los objetivos perseguidos mediante este mecanismo pueden ser más complejos.⁵ Las subastas contemplan una serie de reglas específicas, generalmente establecidas por el vendedor, las cuales definen la forma de presentación de las posturas, quién(es) resulta(n) ganador(es), el precio de adjudicación que se debe pagar y algunas otras condiciones requeridas según el tipo de objeto subastado.⁶

Por lo expuesto anteriormente, se hace evidente que los formatos de subasta que podrían emplearse son innumerables y, por ende, un estudio sistemático de los efectos y resultados de cada uno de ellos se hace difícil. El análisis se complica aún más si se considera que una ligera

⁵ Así, por ejemplo, la subasta de valores del BCB tiene por objetivo también asignar estos instrumentos de una manera eficiente, además de obtener información sobre la liquidez y expectativas del mercado.

⁶ Las subastas son un caso particular de los llamados mecanismos de asignación (Krishna, 2002), donde sólo ellas son universales (útiles para vender cualquier objeto) y anónimas (la identidad de los participantes es irrelevante para el resultado). Sin embargo, la literatura no profundiza en esta distinción y generalmente engloba a todos los mecanismos de asignación bajo el término subasta.

variación en cualquiera de los aspectos relevantes de una subasta puede afectar significativamente las estrategias de los participantes y el resultado final de la misma. Por este motivo, muchos autores prefieren prestar mayor atención a las principales y más conocidas modalidades de subasta, de las cuales se derivan la mayoría de los formatos alternativos, a fin de comprender y contrastar sus principales características y resultados. Bajo estas consideraciones, a continuación se presenta una breve descripción y evaluación de los tipos de subasta más importantes, basadas en cuatro grandes criterios: a) la valoración, b) el número de objetos subastados, c) la regla de precios y d) la regla de presentación de posturas.

a) Modalidades de subasta según la valoración de los objetos subastados

El nivel de certeza que poseen los potenciales compradores acerca del valor del objeto ofertado es un tema inherente a toda subasta. De acuerdo con este criterio, se identifican dos tipos de subasta. En primer lugar, cuando cada participante conoce con certeza el valor del objeto subastado, se entiende que la subasta es de valores privados o independientes. Esta condición implica que ningún participante conoce las valoraciones de sus eventuales competidores y que, aún conociéndolas, su valoración no se vería afectada. Aquellas subastas de objetos con un valor cierto de consumo o uso para los participantes (*i.e.* sin perspectivas de reventa) se ajustan plenamente a esta categoría.

Sin embargo, existen subastas en las que el valor del objeto ofertado es desconocido por los participantes. En el mejor de los casos, cada participante cuenta con una estimación del valor del objeto, la misma que, cuando es conocida por otros competidores, afecta sus estimaciones. En este caso, la subasta es definida como de valores interdependientes y es propia de aquellos objetos ofertados que pueden ser revendidos en el mercado. Un caso especial de estas subastas, es el denominado de “valores comunes”, donde, si bien el valor del objeto subastado es desconocido al momento de la subasta, el valor real de reventa determinado por el mercado es el mismo para todos los participantes. Un claro ejemplo de este tipo de subastas es, precisamente, la subasta de valores públicos en el mercado primario.

b) Modalidades de subasta según el número de objetos subastados

De acuerdo con el número de objetos que se ofrecen en una subasta, ésta puede ser de objeto único o de objetos múltiples. En la primera modalidad, como su nombre lo indica, solamente un objeto indivisible es ofrecido. Este es el caso de las subastas de obras de arte, antigüedades y piezas de colección, entre otras. En la segunda modalidad se ofertan varios objetos idénticos, sin la necesidad de que todos ellos sean adjudicados a un solo participante. Las subastas de cantidades predeterminadas de ciertos productos y de valores públicos son ejemplos típicos de esta modalidad.

c) Modalidades de subasta según la regla de precios

La regla de precios establece la forma en que las ofertas deben ser introducidas en la subasta y el precio que deben pagar los ganadores por los objetos adjudicados. Bajo el primer criterio, una subasta puede desarrollarse a precios ascendentes o a precios descendentes. Por otra parte, el pago por los objetos adjudicados puede responder a diversas modalidades. Por su uso frecuente, se destacan las subastas a primer precio y a segundo precio para objetos únicos, así como las subastas a precio discriminante y a precio uniforme para objetos múltiples.

En la subasta a primer precio, el participante que ofrece el mayor precio gana la subasta y paga por el objeto adjudicado el precio que propuso. En la subasta a segundo precio gana también el participante que ofrece el mayor precio, pero paga únicamente el segundo precio más alto propuesto. Este último formato motiva una actitud más agresiva de los participantes porque reduce la probabilidad de incurrir en la maldición del ganador o la posibilidad de pagar un precio superior al valor de reventa del objeto de interés.

La subasta a precios discriminantes es la extensión para objetos múltiples de la subasta a primer precio para objeto único. En ella, cada participante paga un precio igual al que propone en cada una de sus posturas ganadoras. Desde el punto de vista del bienestar del consumidor, este formato implica una discriminación completa de precios. El vendedor se apropia de la totalidad del excedente del consumidor, siempre y cuando los participantes no reduzcan

deliberadamente sus precios ofertados por debajo de su propia valoración (fenómeno conocido como *bid shading*) a causa de comportamientos colusivos o por temor de incurrir en la maldición del ganador (Capra, 1999).

En una subasta a precio uniforme, todas las unidades subastadas son vendidas a un único precio que “equilibra” el mercado, de tal manera que el total demandado es igual al total ofertado a ese precio. Para este fin, usualmente se adopta como precio de equilibrio a la postura rechazada más alta o, en su defecto, a la postura aceptada más baja. Desde el punto de vista del bienestar del consumidor, la discriminación de precios en este caso es incompleta y, por ende, el excedente del consumidor no puede ser absorbido en su totalidad por el vendedor. Por este motivo, varios autores sugieren que la subasta a precio uniforme incentiva una mayor participación de los agentes, en especial de los más inexpertos o poco informados y con propensión a presentar posturas relativamente más altas que el promedio, toda vez que reduce notablemente la probabilidad de incurrir en la maldición del ganador (Armantier y Sbai, 2003).⁷

d) Modalidades de subasta según la regla de presentación de posturas

La regla de presentación de posturas hace referencia a la posibilidad que tienen los participantes de mejorar voluntariamente sus posturas en el transcurso de una subasta. Cuando existe esta posibilidad, la subasta se denomina abierta, de lo contrario se la conoce como subasta a pliego cerrado.

Subastas a pliego cerrado

En las subastas cerradas o a pliego cerrado cada participante entrega su(s) postura(s) sin conocer las de los demás. Los participantes pueden presentar cuantas ofertas deseen⁸ hasta una

⁷ Otro formato de interés teórico, aunque de escasa utilización en la práctica, es la subasta Vickrey. Bajo este formato, el participante que se adjudica k unidades debe pagar por éstas las k posturas rechazadas más altas presentadas por sus competidores. Es decir, por la primera unidad adjudicada paga el primer precio competidor más alto rechazado, por la segunda unidad paga el segundo precio competidor más alto rechazado, y así sucesivamente. Este formato es la extensión de la subasta a segundo precio para objetos múltiples. Véase Rothkopf *et. al.* (1990).

⁸ En la práctica, el número de posturas a presentar también podría estar limitada de acuerdo a las reglas del subastador.

hora límite predeterminada, momento en que se revelan y conocen todas las posturas existentes para determinar al ganador o a los ganadores.

Subastas abiertas

A diferencia de la subasta a pliego cerrado, en una subasta abierta los participantes tienen la posibilidad de mejorar sus posturas a fin de adjudicarse los objetos subastados. En este tipo de subastas, la posibilidad que tienen los participantes de conocer las posturas de sus competidores afecta sus estimaciones y valoraciones individuales acerca de los objetos subastados. En el pasado, estas subastas se llevaron a cabo de manera oral y con la presencia física de los interesados (Millán, 2002). Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido desarrollarlas bajo formatos electrónicos o “virtuales”.

Es importante destacar dentro de los formatos abiertos a la subasta holandesa (precios descendentes) y a la subasta inglesa (precios ascendentes), las cuales guardan cierta correspondencia con las modalidades a pliego cerrado.⁹ En la subasta holandesa se destaca el rol del subastador, quien da inicio al proceso anunciando un precio lo suficientemente alto tal que ningún potencial comprador se encuentre dispuesto a adquirir los objetos subastados. Posteriormente, el precio es reducido gradualmente hasta que algún participante está dispuesto a comprar una o más de las unidades subastadas. Las unidades son adjudicadas al precio establecido y la subasta continúa con precios cada vez más bajos hasta adjudicar todas las unidades ofertadas, o hasta alcanzar un precio piso fijado por el subastador.

La subasta holandesa se constituye en la contraparte débil de la subasta a pliego cerrado y precio discriminante. En efecto, en ella

⁹ La subasta Vickrey tiene en la subasta Ausubel su contraparte abierta, que es poco utilizada por su complejidad. Las adjudicaciones en esta última se realizan de acuerdo con el siguiente mecanismo. Cuando el precio fijado por el subastador es bajo, la demanda agregada excede a la oferta y por lo tanto no existen adjudicaciones. A medida que el precio aumenta, el subastador determina si la demanda agregada de los rivales de cualquier competidor es menor a la oferta. Si esto sucede, el exceso de oferta es adjudicado a este competidor, quien paga el precio establecido. Posteriormente, el subastador continúa incrementando el precio hasta un nivel tal que la demanda agregada no exceda la oferta residual, momento en el que el mercado se equilibra y termina la subasta.

cada unidad es vendida a distintos precios de acuerdo con las diferentes valoraciones que posee cada participante. Las posibilidades de incurrir en la maldición del ganador son también apreciables, especialmente para aquellos participantes menos informados que podrían sobreestimar el valor real de los objetos subastados, lo cual los llevaría a adjudicarse las primeras unidades a precios muy elevados. Empero, cabe hacer notar que la equivalencia entre ambos formatos no es perfecta debido al importante flujo de información que se genera durante la subasta holandesa, especialmente luego de las primeras adjudicaciones, y que reduce la probabilidad de incurrir en la maldición del ganador.

La subasta inglesa es la modalidad conocida más antigua y la más utilizada en la actualidad, por ser considerada una de las más competitivas. Bajo esta modalidad, los participantes van incrementando gradualmente el valor de sus apuestas para adjudicarse las unidades subastadas. Como es lógico, en la medida en que los precios propuestos suben, la demanda y el número de participantes se reducen, hasta que finalmente los objetos son adjudicados a quienes ofrecieron los precios más altos.

Cuando son valores interdependientes o comunes, cada participante tratará de permanecer en la subasta hasta que el precio iguale su valoración estimada según la información imperfecta que posee. Sin embargo, cabe destacar que la información adicional que obtiene al observar las posturas de sus competidores, le permite modificar rápidamente sus estimaciones sobre el valor real de los objetos subastados. De esta manera, puede corregir potenciales sobreestimaciones para evitar incurrir en la maldición del ganador, o posibles subestimaciones que lo llevarían a abandonar prematuramente la subasta.

Varios autores mencionan diferentes variantes propias de la subasta inglesa.¹⁰ Por ejemplo, de acuerdo con las reglas del subastador, esta subasta puede concluir cuando la demanda iguale a la oferta o cuando se alcance una hora límite definida previamente. Asimismo, la adjudicación de los objetos subastados puede darse a precios discriminantes o a precios uniformes. Bajo precios discriminantes, los

¹⁰ Véase Millán (2002) y Krishna (2002).

cuales se aplican a las subastas de valores públicos en el BCB, la subasta inglesa es una contraparte reconocidamente débil de la subasta a pliego cerrado y precio uniforme. Adoptando precio único, la relación entre ambas subastas se hace más robusta.

2.2 LA BÚSQUEDA DEL FORMATO ÓPTIMO DE SUBASTA

En virtud a las numerosas modalidades que existen para llevar a cabo una subasta, un tópico que ha ocupado la atención de teóricos e investigadores desde hace mucho tiempo y que se encuentra lejos de ser resuelto, es la búsqueda del formato óptimo de subasta. El interés por determinar potenciales equivalencias entre los formatos más conocidos y elaborar un *ranking* en función a las recaudaciones que generan para el subastador, ha motivado importantes avances de la teoría de subastas en las últimas décadas. Esta sección resume las principales proposiciones teóricas presentadas en este tema, incluyendo aquellas relativas a las ventajas y desventajas de la subasta inglesa abierta a precio discriminante, modalidad actualmente empleada por el BCB.

2.2.1 RECAUDACIONES Y EFICIENCIA

La teoría de subastas define a una subasta como óptima de acuerdo con dos criterios. El primero tiene que ver con la maximización de las recaudaciones del vendedor. El segundo está relacionado con la eficiencia de la subasta, entendida en el sentido de que los objetos subastados queden en posesión de quienes los valoran más. Empero, algunos economistas cuestionan la inclusión de la eficiencia como un parámetro de selección de subastas argumentando que, inclusive si la subasta fuera ineficiente en la colocación, la reventa en el mercado debería permitir que el objeto sea adquirido por quien más lo valora.

Al respecto, Kirshna (2002) demuestra que esta argumentación no considera que los participantes racionales se comportan de manera diferente en la subasta cuando prevén futuras posibilidades de reventa. Si prevén éstas, ninguno de ellos permitirá a sus competidores conocer su valoración real al culminar la subasta porque si lo hace, las ventajas de negociación en la reventa que obtendría el ganador serían significativas. Por este motivo, la reventa se realiza necesariamente en un contexto de información incompleta, reduciéndose la probabilidad de que el participante que más valora el objeto se lo adjudique, situación

que se hace más crítica si se consideran las distorsiones causadas por los costos de transacción adicionales que generalmente implica la reventa.

Estas consideraciones permiten concluir que la reventa no conduce necesariamente a la eficiencia en la asignación. En tal sentido, si uno de los objetivos del vendedor es asegurarse de que el objeto subastado termine en manos de quien más lo valora (como es el caso del BCB y sus colocaciones de valores), la eficiencia se mantiene como un factor relevante en la elección del formato óptimo. Lamentablemente, Krishna (2002) demuestra que el único formato de subasta de objetos múltiples eficiente es la subasta Ausubel. La subasta inglesa abierta a precio discriminante podría ser considerada cuasi-eficiente porque si bien el flujo de información que se genera durante su desarrollo incentiva una asignación más eficiente, algunas de las unidades podrían ser adjudicadas sin tener toda la información posible, lo cual reduce su grado de eficiencia.¹¹

2.2.2 EL PRINCIPIO DE LA EQUIVALENCIA DE RECAUDACIONES Y LA RELACIÓN ENTRE SUBASTAS CUANDO LAS VALORACIONES SON INTERDEPENDIENTES

Uno de los avances de mayor trascendencia dentro de la teoría de subastas es el principio de la equivalencia de las recaudaciones. Bajo este principio, en un contexto de valoraciones independientes y simétricas,¹² y donde los participantes son neutros al riesgo, cualquier subasta estándar que en equilibrio es simétrica y creciente (*i.e.* el participante que más valora el objeto tiene certeza de adjudicárselo y quien menos lo valora ofrecerá un precio de cero) genera la misma recaudación esperada para el vendedor.¹³ En otras palabras, sin importar el mecanismo de subasta empleado, en promedio la venta se efectuará al menor precio al cual la demanda iguale a la oferta.

El principio de la equivalencia de recaudaciones se basa en el supuesto de valoraciones independientes, razonable para subastas de bienes de consumo o uso, en las cuales la estrategia de cada participante depende

¹¹ En las subastas del BCB, por ejemplo, el hecho de que los participantes tiendan a presentar sus posturas en el último minuto podría reducir la eficiencia en la asignación de los valores.

¹² La simetría implica que los participantes poseen mecanismos homogéneos de valoración.

¹³ Véase Myerson (1981).

exclusivamente de su valoración individual. Lamentablemente, este principio deja de ser válido cuando las valoraciones de los participantes son interdependientes o comunes, es decir, pueden modificarse al conocer la valoración de otros competidores. Bajo este escenario, Milgrom y Weber (1982) presentan un modelo general donde el precio del ganador de una subasta depende de sus preferencias personales, de las de sus competidores y del valor intrínseco del objeto subastado. De acuerdo con este modelo, cuando los participantes son simétricos y neutrales al riesgo, y los valores estimados se encuentran "afiliados",¹⁴ se identifican las siguientes relaciones de equivalencia:

- La subasta holandesa y la subasta a pliego cerrado-primer precio (y, por lo tanto su extensión para objetos múltiples, la subasta a pliego cerrado-precio discriminante) son estratégicamente equivalentes, tal y como sucede cuando las valoraciones son independientes, toda vez que en estos formatos la valoración individual de cada participante se constituye en el principal determinante del precio a ofrecer en subasta.¹⁵
- Cuando los participantes no tienen certeza acerca de sus valores estimados, la subasta a pliego cerrado-segundo precio (y, por ende su extensión para objetos múltiples, la subasta a pliego cerrado-precio uniforme) y la subasta inglesa a precio uniforme no son estrictamente equivalentes. Esta última genera mayores recaudaciones porque permite a los participantes obtener información valiosa al observar el comportamiento de sus contrapartes, un elemento no disponible en las subastas a pliego cerrado. Esta información adicional reduce las posibilidades de incurrir en la maldición del ganador y motiva a una mayor y más agresiva participación en la subasta, lo cual conduce a mejores precios para el vendedor.

¹⁴ Las valoraciones se encuentran afiliadas cuando un elevado valor estimado de un participante incrementa la posibilidad de observar elevados valores estimados de otros participantes (Milgrom y Weber, 1982).

¹⁵ Empero, Krishna (2002) destaca que la subasta a pliego cerrado-precio discriminante no es equivalente a la subasta holandesa en el nivel de recaudaciones que genera, ya que en esta última existe información adicional que incide positivamente en los resultados finales (e.g. una vez que un participante muestra su intención por comprar una primera unidad a un precio determinado, afecta las estimaciones de otros competidores, incrementando las recaudaciones para el subastador).

- Finalmente, cuando los valores estimados de los participantes son estadísticamente dependientes, la subasta a segundo precio genera un mayor precio promedio que la subasta a primer precio. Esta proposición se generaliza a las extensiones naturales de estas subastas para objetos múltiples. Es decir, la subasta a precio uniforme generaría mayores precios promedio que la subasta a precio discriminatorio porque motiva una mayor competencia, toda vez que se reduce también la posibilidad de caer en la maldición del ganador.

Considerando estos postulados, es posible categorizar los diferentes formatos de subasta de acuerdo con los precios promedio y, en consecuencia, al nivel de recaudaciones que generan. El Cuadro 1 permite apreciar que la subasta inglesa, a precio uniforme y a precio discriminante, genera los mayores precios promedio, seguida por las subastas a pliego cerrado-segundo precio y a pliego cerrado-precio uniforme.

CUADRO 1. FORMATOS DE SUBASTA DE ACUERDO A LAS RECAUDACIONES GENERADAS

<i>Ranking</i>	Formato subasta
1	Inglesa precio uniforme
2	Inglesa precio discriminante
3	Pliego cerrado segundo precio / precio uniforme
4	Pliego cerrado primer precio / holandesa
5	Pliego cerrado-precio discriminante

No obstante estos resultados importantes, que bien podrían servir como parámetros no ambiguos para la selección de un formato de subasta, Milgrom y Weber (1982) advierten que las predicciones de su modelo deben ser verificadas en la práctica. Los supuestos utilizados para derivarlo (*i.e.* simetría, neutralidad al riesgo y valoraciones afiliadas) podrían no confirmarse o hacerlo parcialmente. Asimismo, podrían existir algunas otras consideraciones inherentes al tipo de objeto subastado, a sutiles variaciones en el formato de subasta utilizado, a la idiosincrasia de los participantes o a la estructura del mercado, que también podrían afectar los resultados esperados.

2.2.3. LA SUBASTA INGLESA VERSUS LA SUBASTA A PLIEGO CERRADO-PRECIO DISCRIMINANTE

En lo que sigue se realiza una comparación teórica detallada de las dos modalidades empleadas por el BCB para la colocación de valores públicos. La sola consideración del modelo desarrollado por Milgrom y Weber (1982) llevaría a optar siempre por una subasta inglesa, debido a que maximiza los ingresos del vendedor. Más aún, en términos de eficiencia, esta subasta es superada únicamente por la subasta Ausubel, la cual es poco utilizada a causa de su complejidad operativa.¹⁶ Bajo estas consideraciones teóricas se podría concluir que la subasta inglesa es superior a la subasta a pliego cerrado-precio discriminante¹⁷ y que tiene las siguientes ventajas:

- Mayor eficiencia, tanto en la asignación de los objetos subastados como en la obtención de precios que se aproximan más al verdadero valor de éstos.
- Reduce los problemas de información incompleta que son evidentes en subastas a pliego cerrado, lo cual minimiza la posibilidad de incurrir en la maldición del ganador.
- Producto de lo anterior, los incentivos para una participación más agresiva en subasta son mayores (*i.e.* se da una expansión de la demanda de valores a todos los precios), lo cual en última instancia genera mejores recaudaciones para el vendedor.

Sin embargo, algunos autores (Hansen, 1985 y Robinson, 1985) plantean ciertas dudas en torno a los beneficios reales que pueden esperarse de la subasta inglesa tradicional. La principal preocupación está relacionada con los efectos adversos de una posible conducta colusiva de los participantes. En efecto, estos autores sostienen que la posibilidad de identificarse entre participantes tiende a promover su colusión. En la medida que los miembros del cártel tratan de obtener los objetos subastados a precios menores que su verdadero valor (o valor de

¹⁶ Véase Rothkopf *et al.* (1990)

¹⁷ Esto explicaría por qué la mayoría de las subastas en la actualidad se llevan a cabo sobre la base de precios ascendentes (Véase Bajari y Hortacsu, 2004).

reventa), se genera una caída de las recaudaciones esperadas y el deterioro de la eficiencia perseguida.

Robinson (1985) y Nandi (1997) hacen notar que en una subasta inglesa tradicional, donde la participación no es anónima, la existencia de un cártel es posible y además sostenible en el tiempo en un contexto de juegos repetitivos. Un participante podría decidir desertar del cártel (*i.e.* “engañar”) en una subasta, y ofrecer un precio mayor al pactado para adjudicarse los objetos subastados y lograr ganancias significativas derivadas de la reventa. Sin embargo, en las siguientes subastas el cártel podrá “castigar” a este participante, proponiendo precios tan altos que eventualmente deberá abandonar las subastas para no incurrir en pérdidas. La potencial respuesta del cártel reduce los incentivos para desertar.

Por el contrario, en una subasta a pliego cerrado un comportamiento colusivo es muy difícil de sostener, debido principalmente a la imposibilidad de controlar las acciones de todos los miembros del cártel (Stigler, 1964). En efecto, la entrega de sobres cerrados implica el anonimato en subasta (*i.e.* bajo riesgo de ser “capturado”), un elemento que incentivaría a cualquiera de los miembros del cártel a desertar cuando las ganancias esperadas de hacerlo sean substanciales.¹⁸

Frente a este importante factor, el cual sugeriría la utilización de formatos cerrados de subasta, nuevos estudios se han ocupado de restituir las ventajas esperadas de una subasta inglesa. Nandi (1997) y Bajari & Hortacsu (2004) mencionan las ventajas de la subasta inglesa de tipo interactivo, como la utilizada por el BCB, la cual permite competir de manera “virtual” y, en particular, anónima. En estas condiciones, los incentivos para desertar de un eventual cártel son grandes, lo cual hace que éste no sea sostenible en el tiempo. Adicionalmente, la adopción de un precio de reserva explícito (o postura mínima aceptada) protege también al vendedor de conductas colusivas, en la medida que existen adjudicaciones únicamente a precios iguales o superiores a dicho precio de reserva. Una aproximación similar es utilizada en las subastas de

¹⁸ Los cárteles generalmente definen con antelación quién o quiénes ganaran la subasta y a qué precio. Con esta información, la decisión de un participante de desertar o no es sencilla. Toma en cuenta las ganancias derivadas de ofrecer un precio ligeramente mayor al del cártel y adjudicarse los objetos subastados, así como el costo relacionado con la probabilidad de ser “capturado” y “castigado” en subastas sucesivas.

valores públicos del BCB. La entidad se reserva el derecho de rechazar las posturas presentadas cuando los precios son insuficientes.

3. LAS SUBASTAS DE VALORES PÚBLICOS Y LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL

El debate en torno a la búsqueda del formato de subasta óptimo ha sido particularmente intenso para las colocaciones de valores públicos por parte de los bancos centrales o de los tesoros nacionales. Debido a que en las últimas décadas buena parte de las subastas de estos instrumentos financieros en el mundo se han llevado a cabo utilizando formatos a sobre cerrado, el debate se ha concentrado en la comparación de los resultados de aquellas modalidades que se diferencian según la regla de precios aplicada, es decir, las subastas a precio uniforme y las subastas a precios discriminantes.

La elección del formato óptimo de subasta se constituye esencialmente en una tarea experimental, donde las particularidades del mercado analizado y su entorno son elementos relevantes.¹⁹ Bajo esta premisa, y en procura de rescatar los principales aspectos metodológicos que se han considerado en el análisis empírico, a continuación se revisan sucintamente una serie de estudios realizados en las últimas décadas para determinar cuál de los formatos es más conveniente desde el punto de vista de las recaudaciones del emisor.

3.1 MODELOS DE ECUACIONES REDUCIDAS

Probablemente, el enfoque empírico más utilizado se ha basado en la utilización de ecuaciones reducidas, las cuales se caracterizan porque su especificación se deriva de los principales postulados de la teoría de subastas bajo valoraciones interdependientes, aspecto que las hace fácilmente verificables por medio de herramientas econométricas. En general, se destaca el carácter positivo antes que normativo de este enfoque,²⁰ toda vez que la estimación de ecuaciones reducidas es útil para identificar diferencias estadísticamente significativas en los resultados de una subasta, provocadas por cambios de formato aplicados en la práctica. Por este motivo, varios autores advierten que las deducciones generadas en estos estudios son sensibles al caso

¹⁹ Véase Milgrom & Weber (1982) y Ausubel & Cramton (2002).

²⁰ Véase, por ejemplo, Umlauf (1993) y Hansen (1985).

analizado y no deben entenderse como regularidades empíricas. La evidencia empírica a favor de un formato de subasta en un caso particular no necesariamente es válida para otros.

Uno de los primeros estudios basados en el enfoque de ecuaciones reducidas es el desarrollado por Umlauf (1993). En él se examinan los efectos derivados de la sustitución del formato a precio discriminante por el de precio uniforme en la subasta de instrumentos del Tesoro Mexicano (CETES), denominados en moneda nacional y con plazo de un mes. A través de un análisis estadístico comparativo y mediante la estimación de una ecuación reducida, que incluye una variable *dummy* que captura el efecto del cambio de formato, el estudio concluye que la subasta a precio uniforme ha permitido al Tesoro Mexicano mejorar sus recaudaciones (i.e. reducir el costo de su deuda), gracias al menor riesgo percibido por los participantes de incurrir en la “maldición del ganador” y a la minimización de conductas colusivas que se habían gestado bajo el formato previo.

Estudios similares se llevaron a cabo en otros países. Tenorio (1993) encuentra que la adopción de la subasta a precio uniforme habría sido beneficiosa para el Tesoro de Zambia. El cambio de formato de subasta (de precio discriminante a precio uniforme) para colocar algunos de los instrumentos del Tesoro de Estados Unidos motivó una serie de estudios, aunque con resultados algo contradictorios. Simon (1994) encontró que la adopción del nuevo formato habría implicado pérdidas importantes para el Tesoro de Estados Unidos. Sin embargo, Nyborg y Sundaresan (1996) y Malvey y Archibald (1998), al tomar en cuenta en sus estimaciones la mayor volatilidad relativa de los precios propuestos bajo el nuevo formato, sostienen que la adopción de este último permitió una leve mejora en las recaudaciones del Tesoro estadounidense.

Bjornnes (2001) analizó las subastas a precio discriminante de los bonos del Tesoro noruego, utilizadas hasta el año 2000. Este autor realizó un examen estadístico y utilizó ecuaciones reducidas para identificar los principales determinantes de sus resultados. A partir de estos resultados, encontró alguna evidencia a favor de la adopción del formato a precio uniforme para mejorar las recaudaciones, debido fundamentalmente a la reducción del temor de los participantes de incurrir en la maldición del ganador que fuera detectado bajo el formato discriminante, lo que los

induciría a ser menos cautelosos en la determinación de sus posturas en la nueva modalidad.

3.2 MODELOS ESTRUCTURALES DE INFORMACIÓN INCOMPLETA

El segundo enfoque utilizado para el análisis empírico de los formatos de subasta se basa en la estimación de modelos estructurales con información incompleta. Estos modelos son construidos considerando los supuestos de neutralidad al riesgo y simetría de los participantes, con el objeto de simular el comportamiento esperado de éstos bajo diferentes formatos. En este sentido, su principal ventaja es que se pueden utilizar cuando alguno de los formatos que se pretende comparar no ha sido efectivamente empleado en la práctica.

Heller y Lengwiller (1998) presentan un estudio de la subasta de bonos del gobierno suizo basado en este enfoque, en el cual derivan el comportamiento hipotético de los participantes en una subasta a precio discriminante a partir de la información real generada bajo una subasta a precio uniforme. Concluyen que la elección del formato uniforme habría sido acertada. Castellanos y Oviedo (2003) desarrollaron un modelo estructural para simular el comportamiento de los participantes de la subasta de valores públicos en México y confirmaron los resultados obtenidos en el análisis de ecuaciones reducidas de Umlauf (1993). La aplicación de precios uniformes habría reducido la propensión al *bid shading* entre los participantes, con lo cual las recaudaciones del Tesoro mexicano se habrían incrementado en aproximadamente 1,44%. Fevrier *et al.* (2002) estiman un modelo estructural para modelar la participación en la subasta de instrumentos públicos del Tesoro francés, a través de un procedimiento paramétrico en dos etapas. Contrariamente a los resultados anteriores, encuentran que la utilización de un formato a precio uniforme habría implicado una caída del 8% en las recaudaciones gubernamentales.

No obstante lo promisorio de este novedoso enfoque, son numerosos los investigadores que cuestionan el uso de los modelos estructurales. Además de la complejidad de las soluciones que involucran, estos autores consideran que los supuestos de neutralidad al riesgo y simetría de valoraciones e información disponible, requeridos para resolverlos, son poco razonables en la realidad. En efecto, los participantes pueden tener diferentes grados de neutralidad frente al riesgo, por lo que sus

estrategias de participación en subasta podrían diferir. Podrían existir también asimetrías en la información disponible, con algunos agentes bien informados y otros menos informados con mayor propensión a cometer errores de estimación. Asimismo, algunos participantes podrían no tener intenciones de revender los valores adquiridos en subasta, por lo que su valoración no sería absolutamente interdependiente.

Algunos avances teóricos recientes se han orientado a flexibilizar los supuestos utilizados en los modelos estructurales. Por ejemplo, se destaca el trabajo de Armantier y Sbai (2003) donde se flexibiliza el supuesto de simetría entre los participantes de la subasta de instrumentos del Tesoro francés y, a diferencia de Fevrier *et al.* (2002), encuentra evidencia a favor del formato a precio uniforme en términos de las recaudaciones esperadas.

Bajari y Hortacsu (2003) verifican la capacidad predictiva de cuatro modelos estructurales alternativos que admiten violaciones a los supuestos de racionalidad mencionados, utilizando información experimental. Concluyen que la precisión de las estimaciones de estos modelos sería, en general, razonable y que podría incrementarse con el número de participantes en subasta.²¹ Sin embargo, admiten que las conclusiones de este análisis son válidas únicamente si se asume que la información experimental (*i.e.* generada artificialmente) tiene propiedades similares a la información real.

Cabe destacar que las heterogeneidades propias de la vida real y los efectos de factores o variables externas no observables podrían debilitar la especificación econométrica estructural y la robustez de sus estimaciones, un elemento que impone serias dudas acerca de la verdadera utilidad de los modelos estructurales para fines de inferencia e inclina la balanza a favor de los modelos de ecuaciones reducidas (también conocidos como “basados en la conducta”), los cuales utilizan exclusivamente información real.

Como puede concluirse de la revisión del análisis empírico presentado en esta sección, los estudios se han abocado a la comparación de los

²¹ Cabe señalar que los resultados de este estudio no sugieren de ninguna manera que las estimaciones derivadas de los modelos estructurales hayan superado sistemáticamente en precisión a las estimaciones derivadas de modelos de ecuaciones reducidas. De hecho, no pudieron identificarse diferencias significativas en la capacidad de predicción de ambos enfoques.

resultados de las subastas a precio uniforme y a precio discriminante. En este sentido, el análisis que se presenta en lo que sigue del documento se constituye en un trabajo pionero porque compara las modalidades de subasta abierta y cerrada, aplicadas por el Banco Central de Bolivia en los últimos años.

4. LA OPERATIVA DE LA SUBASTA A PLIEGO CERRADO Y DE LA SUBASTA ELECTRÓNICA INTERACTIVA

Las subastas que realiza el BCB son semanales y se efectúan los días miércoles, excepto cuando existe algún feriado, que se trasladan a otro día hábil. En la modalidad a pliego cerrado, los participantes entregaban sus posturas en sobre cerrado a la Mesa de Dinero del BCB hasta las 11:00 a.m., especificando el monto y el precio ofrecido por los valores de su interés.²² Luego de la apertura pública de los sobres, los resultados eran tabulados de mayor a menor precio en los diferentes plazos y monedas para su consideración por parte del Comité de Operaciones de Mercado Abierto (COMA) y del Consejo de Administración de Valores del Tesoro (CAVT).²³

En agosto de 2005 el BCB introdujo el Sistema de Subasta Electrónica (SSE), el cual permite a las entidades financieras el envío seguro de sus posturas a través de una conexión remota para su procesamiento automático en los servidores del Ente Emisor. A través de este sistema se realizan subastas interactivas, en las cuales los participantes conocen y visualizan las posturas de sus competidores automáticamente y en tiempo real, pudiendo mejorar las suyas hasta los horarios de finalización predeterminados. Para evitar confusiones y alguna posibilidad de colusión, el SSE permite a los participantes identificar sus propias posturas y conocer las de los demás, pero sin especificar de quien se trata (subasta anónima).

²² Se subastan instrumentos en moneda nacional (MN), moneda extranjera (ME) y en moneda nacional indexada a la Unidad de Fomento de Vivienda (UFV). La UFV es un índice diario, calculado por el BCB con base en la inflación. Sirve de referencia para operaciones financieras en moneda nacional con mantenimiento de valor respecto a la evolución de los precios internos. Los instrumentos en MN tienen plazos más cortos y son empleados principalmente para política monetaria; los instrumentos en ME y UFV son generalmente a plazos más largos y se utilizan mayormente para financiamiento fiscal.

²³ El COMA, conformado únicamente por autoridades del BCB, define las colocaciones del BCB para regular la liquidez. El CAVT, en el que además de las autoridades del Ministerio de Hacienda participan miembros del BCB, establece las condiciones de las colocaciones para financiamiento fiscal.

Todas las subastas de las diferentes series (según plazo y moneda) se inician a las 9:00 a.m. y la última subasta concluye a las 11:30 a.m. Dependiendo del número de series ofertadas, las subastas se van cerrando escalonadamente cada 10 minutos a partir del horario de finalización de la primera subasta y hasta el horario de conclusión de la última subasta, mencionado anteriormente. El SSE presenta una pizarra independiente por cada serie subastada, la cual muestra a los participantes la hora actual y la hora de cierre de la subasta para que conozcan el tiempo que resta para poder mejorar sus posturas. Para su mejor seguimiento, las subastas vigentes presentan las horas en recuadro verde y las finalizadas en recuadro rojo (ver Figura 1).

FIGURA 1. SUBASTA INTERACTIVA

Posturas De Subasta De Titulos			
Hora Actual / Cierre: 10:20:00 / 10:20:00		Hora Actual / Cierre: 09:50:00 / 09:50:00	
Moneda / Tipo / Plazo: Bs. / Letra / 91		Moneda / Tipo / Plazo: \$US / Letra / 91	
Oferta Competitiva / No: 10,000.00 / 0.00		Oferta Competitiva / No: 1,000.00 / 0.00	
Precio	Cantidad	Cantidad Acum.	Postor
998.38	10,000	10,000 BGA	
998.95	500	10,500 SME	
Hora Actual / Cierre: 11:19:54 / 11:20:00			
Moneda / Tipo / Plazo: UFVs / Bono / 1456			
Oferta Competitiva / No: 20,000.00 / 0.00			
Precio	Cantidad	Cantidad Acum.	Postor
998.87	9,000	9,000 AFP-PREV	
998.5	7,000	16,000 AFP-PREV	
996.7	5,000	21,000 AFP-PREV	
996.04	7,000	28,000 AFP-PREV	

En la medida que los participantes introducen el monto y el precio de sus posturas a través de sus terminales, el sistema las registra automáticamente y las ordena en orden descendente de precios, además de mostrar los montos demandados acumulados para que cada participante verifique si su postura está dentro del monto ofertado. Esta información es útil porque permite a los participantes determinar sus posibilidades y probables montos de adjudicación, para mejorar

eventualmente sus propuestas antes del cierre de la subasta. Cabe hacer notar que el SSE tiene la capacidad de procesar simultáneamente todas las posturas que hayan ingresado (*i.e.* atravesado el *firewall* del BCB) incluso en el último milisegundo, lo cual podría ocasionar en algunas subastas el fenómeno conocido como el *last minute bidding*.

Una vez concluidas todas las subastas, y al igual que en la anterior modalidad de pliego cerrado, los resultados generados automáticamente por el SSE son puestos a consideración del COMA y del CAVT. Ambos comités efectúan la adjudicación a las mejores posturas de precio en orden descendente hasta agotar la oferta. En caso de empate en los precios propuestos en el margen, se adjudica a prorrata el saldo disponible. Sin embargo, estos comités pueden rechazar posturas si las condiciones de precio no son aceptables. La decisión de rechazo o adjudicación es comunicada por medio electrónico a todos los participantes.

5. EFECTOS DEL CAMBIO DE FORMATO DE SUBASTA: UN ANÁLISIS CUANTITATIVO

La subasta interactiva fue introducida por el BCB en la subasta semanal número 32 del año 2005 y desde entonces su utilización ha sido ininterrumpida.²⁴ Como se esperaba, el cambio de formato derivó en una fase inicial de “aprendizaje” para delinear la estrategia de participación adecuada en un contexto de participación abierta y con detalles técnicos propios del sistema electrónico implantado (*e.g.* velocidad de comunicación y flexibilidad para aceptar posturas en los instantes previos a la hora límite). Así, tras las primeras subastas donde primó cierta prudencia, las estrategias de participación se fueron consolidando en un ambiente de mayor competencia, un factor que estaría ligado también a las condiciones más holgadas de liquidez (especialmente en moneda nacional) registradas en la economía boliviana en el último semestre.

Esta sección pretende identificar y, en lo posible, cuantificar los efectos derivados de la nueva modalidad en las recaudaciones del emisor y en la eficiencia del mercado. Para cumplir con este objetivo, en principio se analizan una serie de estadísticas relacionadas con las subastas bajo

²⁴ El formato a pliego cerrado es una alternativa que puede ser utilizada en cualquier momento, si las condiciones lo ameritan.

ambas modalidades. Posteriormente, se estima una ecuación reducida que trata de rescatar los principales determinantes de la evolución del margen de ganancia o diferencial entre los precios observados en la subasta del BCB y aquellos observados en el mercado secundario (*i.e.* precio de reventa), buscando examinar el impacto de la subasta interactiva en las recaudaciones y en la eficiencia del mercado. Finalmente, se presenta una segunda ecuación que identifica los principales determinantes del precio promedio observado en subasta, cuya estimación permite verificar la existencia de un probable “quiebre” estructural en la evolución de esta variable, derivado exclusivamente del cambio de formato.

5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO – COMPARATIVO

Antes de iniciar el análisis, es importante reiterar que se subastan valores públicos en MN, en ME y en UFV. La emisión de instrumentos en ME responde al elevado nivel de dolarización de la economía boliviana, un fenómeno que data de varias décadas atrás pero que se agudizó tras la crisis económico-financiera que atravesó el país entre 1982 y 1985. La emisión de valores en UFV se inició el año 2002 con el objetivo de que compitan con sus pares en ME en plazos iguales o mayores a un año, ofreciendo cobertura directa contra la inflación doméstica y, por ende, rendimientos reales atractivos que motiven la reducción de la dolarización del saldo de valores públicos colocados por el BCB y el TGN a través de subasta. Si bien al 31 de diciembre de 2003 el 98% de las colocaciones estaban en ME, al 30 de abril de 2006 más del 65% se encuentran en UFV y MN, lo cual muestra la mayor importancia relativa que han adquirido los instrumentos en moneda nacional.

Con estos antecedentes, el siguiente análisis estadístico-comparativo considera los casos más representativos en las diferentes monedas o denominaciones. El primer indicador analizado es el margen de ganancia o diferencial entre el precio promedio observado en subasta para cada tipo de valor (plazo y denominación) y el precio promedio de reventa de un instrumento similar en la Bolsa Boliviana de Valores (BBV). El margen de ganancia (*mg*) ha sido calculado para valores representativos en cada denominación de acuerdo con (1); donde P_s es el precio promedio observado en la subasta del BCB y P_r es el precio promedio de reventa.

$$mg = \frac{P_r}{P_s} - 1 \quad (1)$$

Cabe señalar que en los cálculos realizados, P_r corresponde al promedio de los precios de reventa en la BBV registrados durante los 4 días hábiles posteriores a cada subasta semanal del BCB. Se han incluido operaciones con valores cuyo plazo restante sea igual o difiera en una banda de ± 10 días con el plazo original de emisión en subasta.²⁵ Dado que en general el mercado secundario en Bolivia se encuentra poco desarrollado y adolece de un escaso dinamismo en operaciones de compra-venta definitivas, no se esperarían variaciones sustanciales en las valoraciones de los instrumentos en los días posteriores a una subasta, al menos hasta que se realice una nueva subasta en el BCB, la misma que se constituye en el principal referente del mercado de valores en Bolivia (BCB, 2005). En este sentido, restringir la muestra a operaciones realizadas inmediatamente después de la subasta y/o con un plazo idéntico al de los valores subastados implicaría contar, innecesariamente, con un número muy reducido de observaciones.

Si existe un margen de ganancia, es decir $mg > 0$, podría concluirse que probablemente a causa del formato de subasta utilizado el emisor estaría obteniendo menores recaudaciones de las esperadas, toda vez que sus valores son vendidos a un precio mayor en el mercado secundario. Por el contrario, si $mg < 0$, el emisor lograría capturar gran parte de los excedentes de los participantes en subasta y, por lo tanto, obtendría recaudaciones mayores a las esperadas, reduciendo el costo de su deuda. Finalmente, si ambos precios son iguales ($mg = 0$) podrían considerarse dos interpretaciones alternativas: a) se trata de un mercado desarrollado y altamente eficiente, con información perfecta y completa, donde no existen posibilidades de arbitraje; o b) podría ser una característica de mercados secundarios de bajo desarrollo y dinamismo, los cuales se constituyen prácticamente en “tomadores” de precios del mercado primario administrado por el sector público (e.g. la subasta pública de valores manejada por el BCB).

²⁵ Para asegurar una comparación adecuada de plazos, se tomaron las tasas de rendimiento de las operaciones en la BBV y se calcularon sus tasas de rendimiento equivalente al plazo correspondiente de emisión. A partir de estas tasas se calcularon los precios de reventa promedio.

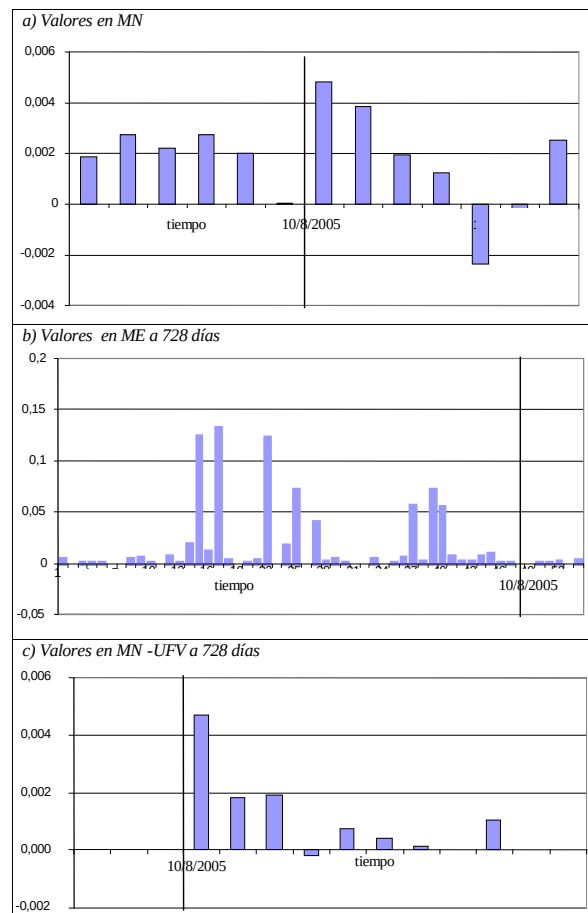
El Gráfico 1 presenta la evolución del margen de ganancia para casos representativos de cada denominación. El panel a exhibe la información para MN (un *pooling* de varios plazos debido a la reducida información disponible), la misma que no permite observar una tendencia clara de los márgenes de ganancia bajo el nuevo formato. Un comportamiento diferente se distingue en los Bonos del Tesoro en ME a 728 días (panel b), donde P_r y P_s han sido permanentemente iguales tras la aplicación de la nueva subasta, en contraste a diversos periodos previos al cambio de formato en los cuales se registraron importantes márgenes de ganancia. Estos resultados, aunque no concluyentes, sugieren que el cambio de formato habría permitido mejorar ligeramente las recaudaciones del BCB y del TGN, además de lograr una mayor aproximación al precio "real" de los instrumentos (mayor grado de eficiencia).

La evolución del mg ha sido distinta para los valores a 728 días en UFV (panel c). En el periodo previo a la aplicación de la subasta interactiva, los márgenes de ganancia fueron prácticamente inexistentes en un contexto de bajo dinamismo, íntimamente ligado con la persistencia de elevados índices de dolarización en la economía y con la participación casi exclusiva de las Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP) que operan en el país. El horizonte de inversión de estas entidades es de largo plazo, por lo que su política de inversión generalmente no contempla la reventa de valores en el mercado secundario, sino su tenencia hasta la fecha de vencimiento.²⁶ Más aún, los niveles de liquidez en estas entidades responden a captaciones por aportes y no necesariamente a las condiciones de liquidez del mercado.

Luego de la introducción de la subasta interactiva, evento que coincide con un mayor dinamismo del mercado en UFV en respuesta a la apreciación del boliviano y al repunte de la inflación durante el segundo semestre de 2005, se aprecia un mayor movimiento en el mg con una marcada tendencia positiva en las primeras subastas bajo el nuevo formato. Este comportamiento, que denota importantes ganancias a favor de los inversores, se explicaría por la virtual estructura cuasi-oligopsónica de la demanda en esta denominación durante las primeras subastas interactivas, un factor que redujo la competencia. Empero, debe destacarse la caída de los márgenes en las últimas subastas analizadas, producto de la mayor participación de los bancos comerciales observada recientemente.

²⁶ Este comportamiento estaría ligado a la noción de "hábitat preferido". Véase Elton *et al.* (2004).

GRÁFICO 1. MÁRGENES DE GANANCIA PARA VALORES SELECCIONADOS



número de participantes por el nivel de liquidez en la moneda correspondiente.²⁷ De esta forma, se obtuvo un Índice de Participación (IP) tal que un valor de IP=100 implica que no existió participación.²⁸ Se esperaría que la subasta interactiva motive una mayor participación (*i.e.* un mayor IP), debido a que la información que se genera durante la misma debería reducir el riesgo de incurrir en la maldición del ganador.

El Gráfico 2 exhibe los IP de los tres casos representativos citados anteriormente. En el panel a puede apreciarse cierto mayor dinamismo en la participación en la subasta de valores a 364 días en MN tras el cambio de formato, aunque éste se habría iniciado un poco antes. Un dinamismo más evidente aún se observa en la participación en la subasta de valores en UFV a 728 días (panel c). Si bien estos resultados sugieren que la nueva modalidad interactiva habría motivado mayores niveles de participación en subasta, debe considerarse que este comportamiento favorable ha sido complementado por la reducción de los niveles de dolarización en Bolivia. Este proceso, que se acentuó en el último trimestre del 2005 tras la apreciación del boliviano frente al dólar estadounidense, ha sido el resultado de una serie de medidas aplicadas por el BCB en los últimos años para incentivar un mayor uso de la moneda nacional.²⁹

Se verifica la mayor demanda por instrumentos en MN o UFV al analizar el panel b del Gráfico 2, el cual muestra que el nivel de participación en la subasta de valores en ME se redujo significativamente durante la segunda mitad de 2005. Una vez más, se puede atribuir este comportamiento a la notable caída en la demanda de ME para dar lugar a importantes niveles de liquidez en bolivianos. En este contexto, el BCB y el TGN optaron por restringir considerablemente la oferta de valores en ME y ampliar la oferta

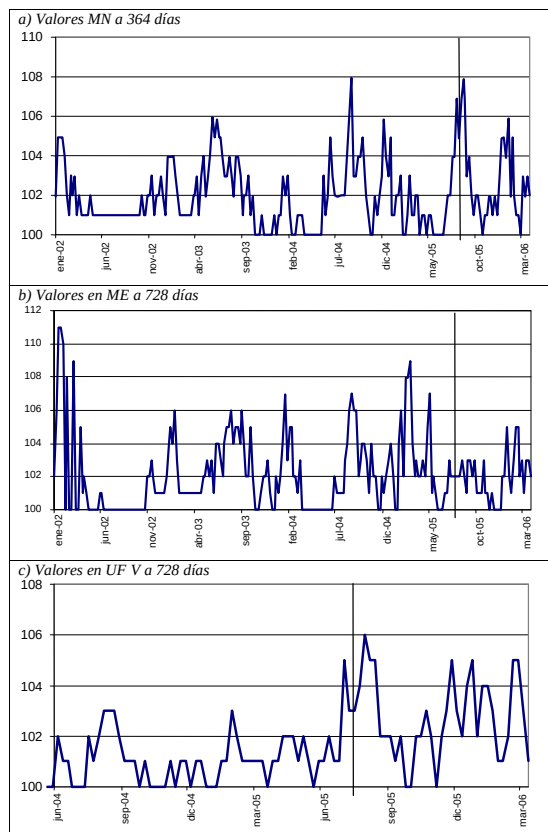
²⁷ La *proxy* del nivel de liquidez es el excedente de encaje total, registrado el día martes, como porcentaje del encaje total requerido para ese día. Se utilizaron otras medidas alternativas de liquidez (promedio móvil a 7 y 14 días del mismo porcentaje, calculado también al día martes) con resultados similares.

²⁸ El IP se calculó como sigue. Para evitar la volatilidad que implica la división por números cercanos a 0, se asumió que un excedente de encaje de 0 es igual a 100 (*i.e.* se aplicó una transformación de coordenadas de +100 en el eje de las ordenadas). A continuación se dividió el número efectivo de participantes por dicho factor para la subasta correspondiente y se multiplicó el mismo por 100. Finalmente, se realizó una nueva transformación de coordenadas de +100 sobre este resultado.

²⁹ Entre las principales medidas se pueden citar el aumento del encaje legal para depósitos en ME, el incremento del diferencial cambiario para la compra y venta de dólares, el endurecimiento de las condiciones para reportos y préstamos de liquidez en ME, la mayor oferta relativa de valores en MN y UFV. La introducción del Impuesto a las Transacciones Financieras (ITF) en abril de 2004 por parte del Gobierno, que afecta principalmente a operaciones financieras en ME, fue también relevante.

de valores en MN y UFV, lo que ha permitido además una mejora sustancial en el calce de moneda entre los activos y pasivos del TGN.³⁰

**GRÁFICO 2. ÍNDICE DE PARTICIPACIÓN PARA VALORES SELECCIONADOS
(NO PARTICIPACIÓN = 100)**



FUENTE: BCB.

NOTA: La línea denota la fecha de introducción de la nueva modalidad de subasta.

³⁰ Las principales fuentes de ingreso del TGN, las recaudaciones impositivas, se encuentran exclusivamente en bolivianos. Por este motivo, la emisión de deuda pública interna en ME implica un importante riesgo cambiario que debe añadirse a aquél por concepto de la deuda externa.

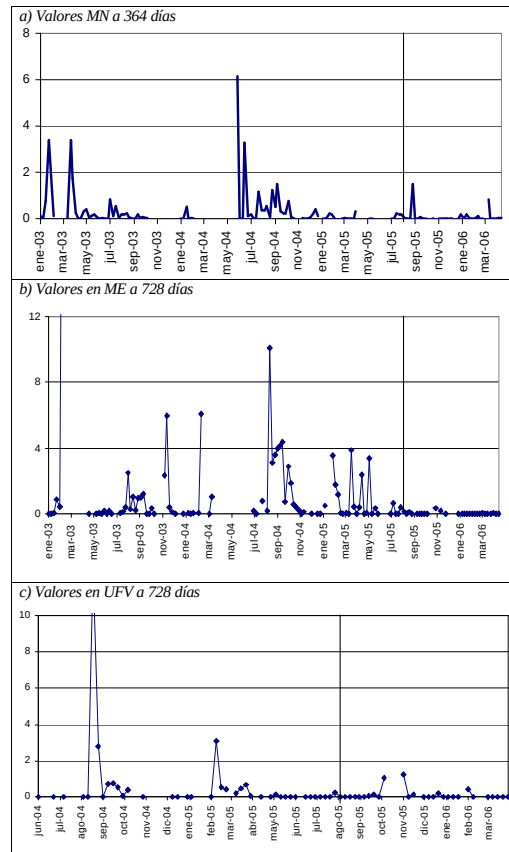
El tercer indicador estadístico que se examina en esta sección es la dispersión del precio de adjudicación, medida a través de la varianza ponderada por monto de los precios ganadores (V_p). Esta varianza se calcula de acuerdo con (2), donde p_p es el precio promedio ponderado de adjudicación de una subasta dada, p_i son los n precios individuales adjudicados y m_i representa la cantidad de valores adquirida por la i -ésima postura adjudicada.

$$V_p = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i - p_p)^2 m_i}{\sum_{i=1}^n m_i} \quad (2)$$

En general, se esperaría que un formato abierto de subasta reduzca los niveles de dispersión de los precios de adjudicación, toda vez que la información que se genera durante el proceso de “puja” permitiría la continua modificación de las estimaciones preliminares de aquellos participantes menos informados, cuya propensión a sobre-estimar el valor “real” de los instrumentos es mayor y se acentúa bajo formatos a pliego cerrado. En otras palabras, la reducción esperada en la dispersión reflejaría una disminución del diferencial existente entre el precio máximo y el precio mínimo aceptado en subasta, lo cual a su vez implicaría una reducción inequívoca de la incidencia de la maldición del ganador.

Precisamente, el Gráfico 3 muestra esta reducción bajo el nuevo formato de subasta, independientemente de la denominación o el plazo examinado. En efecto, en todos los casos se evidencia una importante reducción de los niveles de dispersión de los precios de adjudicación, hecho que confirma la virtual eliminación de la posibilidad de incurrir en la maldición del ganador. Este comportamiento favorable responde esencialmente a la estrategia dominante que típicamente siguen los participantes bajo un mecanismo abierto, iniciando su participación con precios bajos para subirlos gradualmente en función a sus valoraciones preliminares, pero considerando también la información generada por la interacción con sus eventuales contrincantes. De esta manera, la posibilidad de incurrir en sobre-estimaciones y adquirir valores por encima de su valor “real” se hace mínima.

GRÁFICO 3. VARIANZA PONDERADA DE PRECIOS DE ADJUDICACIÓN PARA VALORES SELECCIONADOS



FUENTE: BCB.

NOTA: La línea denota la fecha de introducción de la nueva modalidad de subasta

El último indicador analizado está relacionado con el momento en el cual se define el ganador de una subasta. En un formato a pliego cerrado este aspecto es irrelevante porque todos los sobres son abiertos simultáneamente. Empero, bajo un formato abierto, este aspecto adquiere

amplia relevancia. En general, si no existen asimetrías de información entre los participantes, se esperaría que aquel que valora más el instrumento subastado eventualmente se lo adjudique, independientemente del tiempo restante para el cierre de la subasta. Es decir, el ganador podría definirse tanto en los primeros como en los últimos minutos de la subasta (dependiendo de la agresividad en la puja) sin que esto implique la obtención de resultados diferentes.

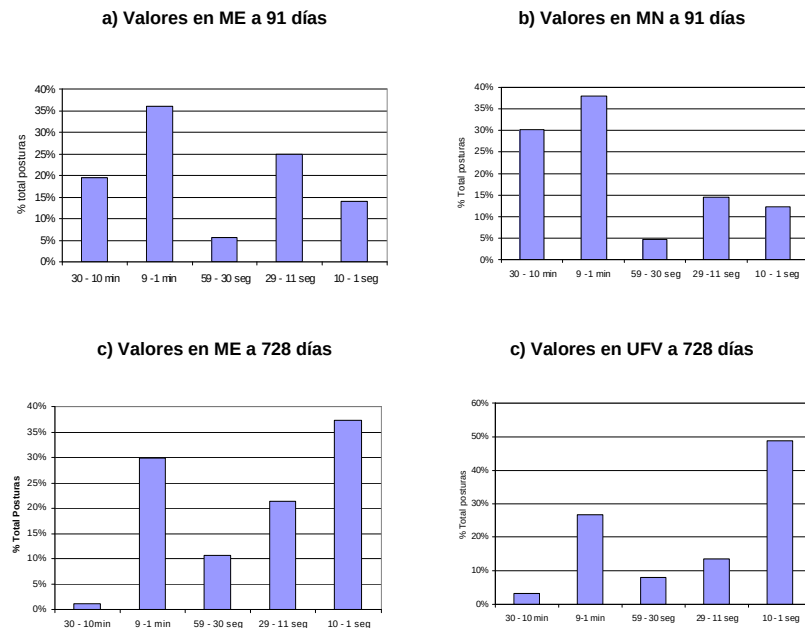
Sin embargo, en la práctica se ha observado que los participantes han desarrollado una marcada tendencia a esperar hasta los últimos minutos, e inclusive últimos segundos de una subasta para presentar sus posturas. Este fenómeno, conocido como el *last minute bidding*, ha recibido numerosas explicaciones. La más convincente hace referencia a la existencia de asimetrías de información en el mercado, donde aquellos participantes mejor informados no desean revelar su información privada en el proceso de subasta y optan por esperar hasta los últimos instantes de la misma para hacer conocer sus valoraciones y así evitar o reducir la posibilidad de reacción de otros competidores menos informados.

Mucho del comportamiento descrito en el párrafo anterior se verifica en el Gráfico 4, el cual exhibe las frecuencias de participación por intervalos de tiempo restante para distintas subastas.³¹ En todos los casos, y a pesar de que el menor tiempo de apertura de una subasta es de 50 minutos, la totalidad de las posturas son introducidas cuando sólo restan 10 minutos para el cierre. Sin embargo, es importante destacar que en las subastas de instrumentos de corto plazo (paneles a y b), dominadas por la participación de entidades financieras pequeñas y probablemente menos informadas, se observa una cierta dispersión en los intervalos de tiempo de presentación de posturas, aunque gran parte de éstas son presentadas cuando resta un minuto o menos para el cierre.

El fenómeno del *last minute bidding* se hace más evidente en las subastas de valores con plazos largos (paneles c y d), en las cuáles participan las entidades más grandes del sistema financiero y se comprometen montos significativos. En un posible intento por no revelar la información que poseen, éstas optarían por presentar sus posturas cuando restan menos de 10 segundos para el cierre de una subasta, buscando mejorar sus posibilidades de adjudicación.

³¹ La información utilizada corresponde al periodo comprendido entre el 10/8/2005 y el 31/3/2006.

GRAFICO 4. FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE POSTURAS EN SUBASTA PARA PLAZOS SELECCIONADOS



FUENTE: BCB

En la medida que este tipo de comportamiento tiende a reducir la competencia en subasta, con los consiguientes efectos negativos sobre las recaudaciones del emisor y la eficiencia, algunos autores han propuesto ciertas medidas, aunque no carentes de crítica, que podrían incluirse en un sistema interactivo de subasta con el fin de desincentivar o contrarrestar los efectos del *last minute bidding*:³²

- La prórroga automática de la hora límite (por ejemplo en un minuto adicional) de una subasta, si es que una postura ha sido introducida en los instantes previos a la hora de cierre original. En estas condiciones, la subasta terminará únicamente si no existen nuevas

³² Véase Bajari y Hortacsu (2002) y Ockenfels y Roth (2002).

posturas introducidas en los últimos segundos a su cierre.³³ Sin embargo, algunos autores señalan que esta alternativa puede dar origen a juegos infinitos que son difícilmente aplicables en la vida real, considerando que el mercado financiero no puede estar a la espera indefinida de los resultados de una subasta pública de valores.

- Permitir a los participantes introducir al inicio de la subasta un precio de reserva o precio máximo a pagar por los valores subastados, el cual es “almacenado” y utilizado por el sistema para ejecutar un mecanismo de puja automática (basado en incrementos graduales del precio) que responde a las posturas presentadas por otros competidores, y que es válido inclusive en el último milisegundo antes del cierre de la subasta. Cuando el precio de reserva es superado por otros competidores, el participante concluye su intervención en la subasta.³⁴ No obstante, cabe mencionar que esta alternativa posee cierta inflexibilidad porque no considera que el precio reserva se basa en una estimación del valor “real” de los instrumentos subastados, la misma que podría modificarse en el transcurso de la subasta, producto de alguna información relevante generada por otros participantes.

5.2 ANÁLISIS ECONOMETRICO BASADO EN EL ESTUDIO DEL MARGEN DE GANANCIA

El objetivo del análisis econométrico desarrollado a continuación es contrastar las proposiciones preliminares ofrecidas por el análisis estadístico-comparativo en torno a los potenciales efectos derivados de la adopción del formato interactivo en la subasta de valores del BCB. Con este propósito, la investigación se centra en la estimación de una ecuación reducida cuya especificación es parecida a la utilizada por Umlauf (1993):³⁵

$$mg = \beta_0 + \beta_1 vsub + \beta_2 part + \beta_3 vrev + \beta_4 liq + \beta_5 monto + \beta_6 formato + \varepsilon \quad (3)$$

La ecuación (3) busca identificar los principales determinantes de la

³³ Esta modalidad es utilizada por la subasta de Internet *amazon.com*.

³⁴ Este mecanismo ha sido adoptado por la subasta de Internet *e-bay.com*.

³⁵ A diferencia de la especificación de Umlauf (1993), en el presente estudio se incluye la variable *liq* que pretende capturar un posible efecto del cambio en la liquidez del mercado sobre *mg*.

evolución del margen de ganancia (mg), el cual ha sido construido de acuerdo con la definición dada en (1) y refleja de forma indirecta los niveles de recaudaciones incrementales del subastador. A través de la estimación de esta ecuación, se pretende verificar si el reciente cambio de formato de subasta habría permitido mejorar sistemáticamente las recaudaciones de los emisores. Las variables explicativas consideradas y sus relaciones esperadas con mg son las siguientes:

- $vsub$ es la varianza ponderada por monto de los precios adjudicados en subasta y ha sido construida de acuerdo con (2). Existen dos posibles interpretaciones sobre la relación de esta variable con mg . Podría esperarse una relación directa porque la reducción de la dispersión conllevaría a un menor riesgo de incurrir en la *maldición del ganador*, lo cual induciría a una mayor y más agresiva participación en subasta y, por ende, a una caída en los márgenes. Sin embargo, existe la posibilidad de hallar una relación inversa si se entiende a $vsub$ como una *proxy* que refleja la reducción de posibles conductas colusivas. En tal sentido, una mayor dispersión podría estar reflejando menor colusión, lo cual incidiría en menores márgenes de ganancia.
- $part$ considera el número de participantes en subasta. Si no existen grandes asimetrías de información, el incremento de esta variable estaría ligado a mayores niveles de competencia en subasta, lo cual debería traducirse en menores márgenes de ganancia (*i.e.* relación inversa entre las variables).
- $vrev$ es la varianza ponderada por monto de los precios de reventa en el mercado secundario, de los valores con plazo restante similar al de los subastados. Esta variable es incluida como una *proxy* de la incertidumbre en torno al precio de reventa. Una mayor dispersión implica mayor riesgo y, por ende, la necesidad de compensarlo con mayores márgenes de ganancia según el grado de aversión al riesgo de los participantes. Por lo tanto, de existir, se esperaría que la relación entre ambas variables sea directa.
- liq refleja el excedente porcentual de encaje total en cada moneda, registrado un día antes de la subasta. Una mayor liquidez, reflejada en un incremento del excedente de encaje, podría incrementar las posibilidades de arbitraje entre el mercado primario y el mercado secundario, originando un mayor mg . Empero, si la mayor liquidez se

traduce en mayor competencia dentro de la subasta, el margen de ganancia podría caer.

- *monto* es el monto total adjudicado en subasta y su interpretación está ligada con las posibilidades de colusión en subasta. En subastas grandes los incentivos para “desertar” de un cártel son mayores ya que las ganancias suelen ser proporcionales al monto adjudicado. En consecuencia, si los montos susceptibles de adjudicación son considerables, las posibilidades de colusión se reducen y con ello, los márgenes de ganancia (*i.e.* relación inversa entre las variables).
- *formato* es una variable *dummy* cuyo objetivo es capturar el efecto derivado del cambio de formato de subasta. La variable adopta el valor de 0 antes de éste y 1 después. Teóricamente, la subasta interactiva debería promover una mayor participación y competencia entre los participantes, debido a que éstos ya no necesitan ajustar sus estrategias por el riesgo de incurrir en la maldición del ganador (comportamiento conocido como el *bid shading*), con lo cual se lograrían mejores recaudaciones para los emisores. Bajo esta premisa, el coeficiente estimado de la variable *dummy* debería ser negativo.
- Finalmente, la constante (β_0) constituye una valiosa variable de control. En caso de que ninguna variable explicativa sea significativa, se esperaría que $\beta_0 = 0$, denotando que no existen diferencias significativas entre el precio de subasta y el precio de reventa, posiblemente porque el mercado secundario es “tomador” de precios o porque sería plenamente eficiente. Si no es posible verificar que $\beta_0 = 0$, y asumiendo que la especificación del modelo es adecuada, probablemente el tamaño de la muestra o la imposibilidad de contar con información relevante en varios periodos impidan obtener estimaciones insesgadas y consistentes.

La información de precios en subasta, del número de participantes y de la liquidez corresponde al BCB; la de los precios de reventa fue proporcionada por la BBV. Es información semanal y pertenece al periodo 2003–2006. Lamentablemente, un importante número de observaciones fue eliminado de la muestra debido a la inexistencia de operaciones de compra–venta definitiva en la BBV durante varias semanas, lo cual impide

el cálculo de mg y $vrev$.³⁶

Por lo expuesto anteriormente, y con el fin de aprovechar toda la información disponible, se adoptó la metodología de estimación con datos de panel, agregando la información correspondiente a valores de la misma denominación (*i.e.* MN, UFV y ME) pero con diferentes plazos de emisión. Si bien esto implica la estimación de tres modelos diferentes, la estimación del modelo para MN ha sido descartada debido al reducido tamaño de la muestra disponible (13 observaciones) que impide la obtención de resultados insesgados y consistentes.

La metodología de datos de panel asume que los coeficientes de las variables explicativas del modelo a estimar son idénticos para todos los tipos de observaciones incluidas (en este caso, para los diferentes plazos de los valores subastados). Es importante destacar que las estimaciones de los paneles se realizaron considerando *efectos fijos* sobre la constante, entendiendo que podrían existir diferencias inherentes a cada plazo en torno a dicho parámetro.³⁷ Al tomar en cuenta en las estimaciones estas particularidades, es posible aumentar la robustez de los resultados y de los parámetros estimados.

Los resultados de la estimación para ME (véase Cuadro 2) sugieren que el único determinante significativo del comportamiento del margen de ganancia es la evolución de la liquidez en esta moneda. Mayores niveles de liquidez permitirían un ligero incremento del margen de ganancia, tomando en cuenta que el acceso a las subastas del BCB es comparativamente más restringido que a la BBV. El resto de las variables, incluyendo la *dummy formato*, no serían significativas para explicar la evolución de mg . Destaca el hecho de que la constante tampoco es estadísticamente significativa, lo cual insinúa que en general no existirían diferencias sistemáticas entre los precios de subasta y los de la bolsa.

³⁶ Todavía el segmento más importante en la BBV es el de compra-venta en reporto, aprovechando la pendiente de la curva de rendimiento. Durante 2005, estas operaciones representaron un 60% del volumen total registrado.

³⁷ Por ejemplo, podrían existir ciertas diferencias en la estrategia de participación en las subastas de valores de corto plazo, donde participan entidades pequeñas y menos informadas, con relación a las subastas de valores de largo plazo con predominio de entidades financieras con mayor información.

En las estimaciones para UFV se identifica un mayor número de determinantes del margen de ganancia, aunque tampoco se encuentra evidencia de un efecto significativo de la variable *formato* sobre este último, posiblemente porque este mercado mantuvo en gran parte de la muestra características oligopsónicas que se fueron diluyendo en las últimas subastas analizadas. Las variables *vrev* y *monto* exhiben coeficientes estadísticamente significativos pero con signos que discrepan con la intuición teórica. El único coeficiente con signo esperado y significativo es el de *vsub*. Cabe subrayar que, como en el caso previo, la constante no significativa sugiere que no existirían diferencias sistemáticas entre los precios de subasta y de la bolsa que obedezcan a otras variables no contempladas.

CUADRO 2. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE MARGEN DE GANANCIA

Método de estimación: Datos de Panel (Efectos Fijos)

Variable dependiente: *mg*

Variables	ME	UFV
<i>vsub</i>	-0,000274 (-0,5187)	0,000931 (7,2853)**
<i>vrev</i>	0,00000853 (1,5706)	-0,000759 (-4,1076)**
<i>part</i>	0,000131 (0,2129)	-0,00000085 (-0,0084)
<i>monto</i>	-0,00000102 (-1,4342)	0,000000033 (2,1400)*
<i>liq</i>	0,106852 (6,0895)**	-0,000227 (-0,9629)
<i>formato</i>	-0,00273 (-0,5426)	0,0000441 (0,17417)
constante	-0,004040 (-1,1780)	-0,000297 (-1,0525)
DW	1,899105	1,993554
F-stat	9,565995	10,29239
Prob (F)	0,000000	0,000000
No. Observ.	163	61

Nota: * (**) indica significación al 5% (1%).

En general, los resultados obtenidos tienen escaso poder explicativo, debido probablemente a la pequeña variación de *mg* y de algunos de sus determinantes en el tiempo. Esta situación se refleja en una serie de periodos, con diferentes duraciones, en los cuales no se registraron operaciones de reventa en la BBV o se realizaron a precios promedio similares a los de subasta. A diferencia de otros mercados de mayor profundidad y desarrollo relativos,³⁸ el mercado secundario boliviano se constituiría esencialmente en “tomador” de precios de la subasta del BCB, por lo que no sería una plaza que permita medir la eficiencia del mercado de valores públicos³⁹ y tampoco evaluar con precisión la incidencia de la aplicación del nuevo formato de subasta en términos de las recaudaciones.

5.3 ANÁLISIS ECONÓMETRICO BASADO EN EL ESTUDIO DEL PRECIO PROMEDIO

Luego del análisis efectuado en la sección previa, a continuación se propone un modelo alternativo de estimación cuya principal utilidad está ligada a la cuantificación del impacto del cambio de formato de subasta sobre las recaudaciones, sin considerar la eficiencia del mercado. De esta manera, el nuevo modelo pretende identificar los principales determinantes del precio promedio observado en subasta. Posee la siguiente especificación general, basada en un enfoque de expectativas racionales:⁴⁰

$$precio_t = \beta_0 + \beta_1 precio_{t-1} + \beta_2 precio_{t-2} + \beta_3 vsub_t + \beta_4 liq_t + \beta_5 vcto_t + \beta_6 part_t + \beta_7 formato_t + \beta_8 incert_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

Donde:

- *precio* es el precio promedio adjudicado, ponderado por monto, para cada plazo y denominación en cada subasta.
- Los rezagos de *precio* (*precio_{t-1}* y *precio_{t-2}*) fueron incluidos a fin de capturar una posible conducta basada en expectativas adaptativas, mediante la cual los participantes consideran los precios adjudicados en subastas anteriores como relevantes para el diseño de su estrategia de participación.

³⁸ Véase, por ejemplo, Umlauf (1993) para el caso mexicano y Neyt (1996) para el caso belga.

³⁹ La eficiencia de este mercado estaría sujeta al nivel de eficiencia que pueda derivarse del formato de subasta aplicado por el BCB.

⁴⁰ Esto es, el comportamiento de los participantes se basa en el análisis de la información pasada, actual y esperada, concerniente a una serie de variables relevantes para sus decisiones.

- *vsub* es la varianza ponderada por monto del precio de adjudicación en subasta. Como en el modelo previo, se ratifican las dos interpretaciones de esta variable, considerando, empero, que en este modelo un mayor precio representa un aumento de las recaudaciones.
- *liq* es el excedente de encaje como porcentaje del encaje requerido en cada denominación, calculado a un día antes de la subasta correspondiente. En línea con la teoría, se esperaría que ante mayores niveles de liquidez en la economía, los precios promedio de los valores públicos se incrementen (*i.e.* menores tasas de interés). Es importante destacar que en las estimaciones para valores con plazo superior a un año se utiliza *liqtot* (excedente de encaje total) en lugar de *liq*. A mayor plazo de inversión, los costos relacionados con el diferencial cambiario se diluyen, por lo que la demanda de instrumentos de mediano y largo plazo debería estar determinada por la liquidez total, independientemente de la moneda o denominación.
- *vcto* se refiere al monto de los vencimientos semanales, los cuales se sumarían a la liquidez existente. Se esperaría también una relación positiva entre esta variable y *precio*.
- *part* refleja el número de participantes y busca capturar el efecto derivado de una mayor participación y competencia en la subasta, las cuales deberían promover mejores precios en subasta.
- *formato* es una variable *dummy* para capturar el efecto del cambio de formato. Adopta un valor de 0 en el periodo previo al cambio de formato y un valor de 1 a partir de su aplicación. Tendrá signo positivo si la subasta interactiva ha permitido mejorar las recaudaciones.
- *incert* es una variable *dummy* que captura periodos concretos de elevados niveles de incertidumbre en Bolivia, relacionados con severos conflictos de carácter político-social que motivaron cierta prudencia para acudir a la subasta independientemente de los niveles de liquidez existentes. Adopta el valor de 1 cuando existió un conflicto y 0 en otro caso.⁴¹ Se esperaría que esta variable sea negativa ya que a mayor incertidumbre las tasas de interés tienden a subir, lo que se traduce en menores precios por los valores.

⁴¹ Los conflictos político-sociales incluidos son los que ocurrieron en febrero y octubre de 2003 y junio de 2005. Se consideró también la incertidumbre provocada por la creación del ITF en abril de 2004.

Las series de tiempo utilizadas en la estimación son semanales, abarcan el periodo 2003–2006 y pertenecen al BCB. Por su especificación, este modelo no requiere de información del mercado secundario, lo cual permite tener un tamaño de muestra razonable para realizar estimaciones individuales para los valores más representativos en cada denominación. En lo que sigue se presentan las estimaciones obtenidas para tres casos representativos: valores a 364 días en ME, a 364 días en MN y a 728 días en UFV.

El cuadro 3 presenta las pruebas de estacionariedad (débil) de las series de tiempo, realizadas a través de la prueba de raíz unitaria Dickey–Fuller Aumentada (DFA). En cada caso, se verificó la necesidad de incluir componentes determinísticos (CD) – intercepto y/o tendencia – además de incluir el número de rezagos óptimo en la regresión auxiliar de la prueba para que genere residuos libres de autocorrelación.

En general, las pruebas de raíz unitaria sugieren que todas las variables explicativas incluidas en el modelo son estacionarias. El caso de la variable precio es particular, ya que si bien las pruebas sugieren que ésta es no estacionaria, debe tomarse en cuenta que parece sufrir de lo que se conoce como observaciones aberrantes (ver Anexo 1).⁴² En efecto, Franses (1999) demuestra que un repentino cambio de nivel o tendencia en la evolución de una serie estacionaria reduce severamente el poder de la prueba DFA para rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad (*i.e.* raíz unitaria espúrea), situación que se hace más crítica cuando la muestra no es lo suficientemente grande. En otras palabras, la evidencia en torno a la no estacionariedad de la variable *precio* para los tres casos examinados no sería del todo concluyente.

CUADRO 3. PRUEBA DICKEY - FULLER AUMENTADA PARA ESTACIONARIEDAD

Variable	364 MN		364 ME		728 UFV	
	(R,CD)	t-stat	(R,CD)	t-stat	(R,CD)	t-stat
precio	(1,i)	-2,30	(1,i)	-1,45	(1,i,t)	-1,64
Vsub	(1,i)	-7,93**	(1,i)	-5,98**	(0,i)	-6,05**
Part	(1,i)	-4,25**	(0,i)	-4,76**	(0,i)	-4,06**
Liq ⁽¹⁾	(6,i)	-4,18**	(2,i)	-4,97**	(3,i)	-3,12*
Vcto	(2,i)	-3,43*	(2,i)	-5,02**	(0,i)	-4,93**

Notas: ***) denota rechazo de H_0 de no estacionariedad al 5% (1%) designificación, según valores críticos calculados por Dickey y Fuller. R denota el número de rezagos incluidos y CD la inclusión de intercepto (i) y/o tendencia (t).

(1) Para 728 UFV se utiliza lq_{tot} .

⁴² Se identifican tres tipos de observaciones aberrantes: cambios de nivel, cambios de tendencia y outliers.

Para verificar que la estimación del modelo por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) no generará resultados espúreos, ante la posibilidad de que la serie *precio* fuera no estacionaria, se analiza la estacionariedad de los residuos de las tres estimaciones utilizando la prueba DFA. Si éstos son estacionarios, existe una combinación lineal de las series examinadas que es *estacionaria* y, por ende, éstas estarían multicointegradas.⁴³ En tal caso, los coeficientes obtenidos son insesgados y superconsistentes, toda vez que reflejan la verdadera relación de largo plazo entre las series.

El Cuadro 4 contiene los principales resultados de las estimaciones del modelo por medio de MCO. En general, la bondad de ajuste de los modelos estimados es bastante razonable. Los estadísticos R^2 ajustado y F sugieren que el poder explicativo conjunto de las variables incluidas es significativo. Por otra parte, no se han identificado problemas de no-normalidad o la presencia de autocorrelación en los residuos, como se concluye de las pruebas Jarque-Bera y LM de Breusch-Godfrey con dos rezagos, respectivamente. Al respecto, cabe anotar que en 364 MN y 728 UFV se incluyó una variable *dummy* (*daux*) para capturar ciertos *outliers* identificados tras las primeras estimaciones que afectaban la normalidad de los residuos.

Algunos problemas de heteroscedasticidad fueron identificados en las estimaciones de 364 ME y 728 UFV (mediante la prueba de White), los mismos que afectan negativamente la eficiencia de los estimadores obtenidos, mas no su consistencia o que sean insesgados. Estos problemas fueron remediados por medio de la técnica Newey–West, la cual permite la obtención de desviaciones estándar y t-estadísticos eficientes y consistentes bajo potenciales problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, los cuales fueron incluidos en el Cuadro 4.

Analizando los estadísticos *t* y *F*, para detectar variables redundantes en cada modelo, se eliminaron aquellas cuya contribución marginal a la bondad de ajuste del modelo era exigua y cuya inclusión tendía a reducir innecesariamente los grados de libertad disponibles para la inferencia. Finalmente, se realizaron pruebas que concluyen holgadamente a favor de la estacionariedad de los residuos obtenidos en cada estimación, lo cual

⁴³ El concepto de multicointegración para series con diferente orden de integración es análogo al de cointegración para series no estacionarias con igual orden de integración, y ha sido desarrollado por Granger y Lee (1999). Véase también Dolado *et al.* (1999).

implica que existe evidencia contundente respecto a la cointegración de las series examinadas.

CUADRO 4. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE PRECIO

Método de Estimación: Mínimos Cuadros Ordinarios

Variable Dependiente: *precio*

Variables	364 MN	364 ME	728 UFV
constante	24,59294 (3,3646)**	-9,585329 (-0,8993)	3,507586 (0,1191)
$precio_{t-1}$	1,072291 (16,6016)**	1,305105 (17,4249)**	1,285712 (10,0746)**
$precio_{t-2}$	-0,100382 (-1,6252)	-0,296398 (-3,7932)**	-0,292203 (-2,2292)*
part	0,307872 (3,3093)**	0,301994 (7,6901)**	0,740883 (2,7187)*
vsub			0,529106 (5,4465)**
Liq(\$)			
vcto			0,0000000001 (1,9484)
formato	0,863116 (2,1908)*	0,594005 (3,0716)**	-1,588754 (-1,0739)
Daux	5,964541 (10,9580)**		6,235004 (9,9826)**
R^2 Ajustado	0,996510	0,989577	0,990671
DW	2,221969	1,944499	1,873037
F-stat	5482,674	2374,552	607,8034
Prob (F)	0,000000	0,000000	0,00000
No. Observ.	97	101	41
Prob (JB)	0,221511	0,084005	0,275437
Prob (LM -2lags)	0,616793	0,563212	0,62963
Prob (White)	0,279124	0,002419	0,00970
t-DFA (residuos)	-5,04**	-7,59**	-3,51*

Nota: t-estadísticos entre paréntesis. Para ME y UFV se exhiben estadísticos t consistentes con problemas heteroscedasticidad autocorrelación, de acuerdo al procedimiento desarrollado por Newey West.

*(**) Indica significación al 5% (1%). Para la prueba t DFA denota rechazo de la hipótesis nula de no estacionariedad de los residuos con un nivel de significación de 5% (1%).

(\$) Para 728 UFV se utiliza *liqtot*

Los resultados de la estimación del modelo para 364 MN sugieren un importante componente adaptativo en la estrategia de participación en subasta, reflejado en la variable precio_{t-1} , cuyo coeficiente es significativo y tiene el signo esperado. De la misma forma, un mayor número de participantes en subasta tendría un efecto positivo significativo sobre el precio promedio observado. Sorpresivamente, ninguna de las variables relacionadas con la liquidez existente en la economía (*liq* y *vcto*) es significativa para explicar la evolución de precio. Este resultado podría deberse a que probablemente gran parte de la evolución de esta variable esté reflejada implícitamente en el número de participantes en cada subasta.

Las estimaciones muestran también que el cambio de formato habría permitido una mejora del precio promedio en subasta de aproximadamente 86 centavos de boliviano por cada valor colocado, cuyo monto nominal es de Bs1000. Sin embargo, estos resultados deben tomarse con cautela debido a que el efecto positivo del cambio de formato puede haber sido complementado por la apreciación del boliviano a partir de julio de 2005,⁴⁴ factor que habría motivado una mayor demanda por valores en MN con mejores rendimientos relativos esperados.

En la estimación para 364 ME destaca nuevamente la importancia de la información pasada del precio. El precio_{t-2} , parecería actuar como un factor de ajuste del primer rezago, cuyo coeficiente muestra cierta inercia en la determinación del precio para las siguientes subastas. Ambos rezagos, al contrarrestarse, señalan que las caídas o incrementos de los precios no pueden ser permanentes en el tiempo. Asimismo, el coeficiente significativo y positivo de *part* sugiere que mayores niveles de participación promoverían mejores precios. Una vez más, las variables que capturan la evolución de la liquidez no son significativas y su efecto podría estar inmerso en la evolución del número de participantes. El coeficiente significativo y positivo de *formato* sugiere que la introducción de la subasta interactiva habría permitido una mejora en las recaudaciones de alrededor de 59 centavos de dólar por cada valor colocado, cuyo monto nominal es de \$us1000.

⁴⁴ Luego de más de 19 años de depreciación casi continua, el boliviano se apreció ligeramente frente al dólar a partir del 16 julio de 2005, lo cual alteró las expectativas de rendimiento y coadyuvó a la recomposición de los portafolios de inversión, con mayor participación de valores en MN y UFV.

Para concluir, es importante mencionar que los resultados de la estimación para 728 UFV exhiben también un importante comportamiento adaptativo de los participantes. En este caso la variable *formato* no es estadísticamente significativa, resultado que estaría relacionado con la menor competencia que caracterizó a este mercado (producto, posiblemente, de su estructura cuasi-oligopsónica), inclusive después de la adopción de la subasta interactiva, pero que ha venido debilitándose gradualmente en las últimas semanas. Asimismo, se deben destacar los efectos negativos sobre la competencia que se derivan del fenómeno del *last minute bidding* que, como se vio, afectó con mayor severidad a las subastas de valores en UFV.⁴⁵

Finalmente, se rescata la incidencia significativa de las variables *part* y *vsub*. El coeficiente positivo de la primera confirma que un mayor número de participantes motivaría mayor competencia y, por ende, un mejor precio promedio. El signo positivo de *vsub* sugiere que una mayor dispersión en los precios de adjudicación conduciría a una mejora en el precio promedio. Probablemente, el nuevo formato y los mayores rendimientos relativos en UFV han motivado un paulatino incremento de los participantes en estas subastas, reflejando menores posibilidades de colusión.

6. CONCLUSIONES

Este estudio evalúa y pretende cuantificar los efectos del cambio de formato de la subasta de valores públicos en Bolivia sobre las recaudaciones del emisor y en la eficiencia del mercado. Es novedoso porque compara los resultados del formato de subasta a pliego cerrado con aquellos de la subasta electrónica interactiva, cuando el debate empírico ha estado centrado principalmente en la evaluación de las subastas a precio discriminante y las subastas a precio uniforme.

La aplicación de los formatos a pliego cerrado e interactivo en Bolivia ha permitido la estimación de ecuaciones reducidas para modelar el comportamiento de los participantes en las subastas. Los resultados obtenidos de la estimación de un primer modelo, basado en la evolución del margen de ganancia, sugieren que a diferencia de otros mercados de mayor profundidad y desarrollo relativos, el mercado secundario boliviano

⁴⁵ Bajo una situación extrema del *last minute bidding* (i.e. absolutamente todos los participantes participan una sola vez en el último segundo), la subasta interactiva no tendría diferencias apreciables respecto a la subasta a pliego cerrado porque no existiría intercambio de información.

se constituye en un virtual “tomador” de precios de la subasta del banco central. En este sentido, no sería una “plaza” que permita medir adecuadamente la eficiencia del mercado de valores públicos ni evaluar con precisión la incidencia del nuevo formato sobre las recaudaciones.

Para subsanar estas limitaciones, se estimó un segundo modelo que analiza los determinantes del precio promedio en subasta, buscando capturar el efecto del cambio de formato sobre las recaudaciones. A pesar que los resultados muestran un importante componente adaptativo en la estrategia de participación en subasta, la introducción del formato interactivo habría permitido mejorar las recaudaciones en las colocaciones en MN a un año en aproximadamente 86 centavos, por cada instrumento colocado con un valor nominal de 1000. Asimismo, las recaudaciones en las colocaciones en ME a plazo similar habrían aumentado en 59 centavos. Sin embargo, no se encontró evidencia de un efecto positivo sobre los precios de los valores a dos años en UFV, debido posiblemente a la estructura cuasi-oligopsónica que aún se observa en este mercado y a la marcada presencia del fenómeno del *last minute bidding*.

REFERENCIAS

- Armantier O. y E. Sbai (2003). "Estimation and Comparison of Treasury Auction Formats When Bidders are Asymmetric". State University of New York.
- Ausubel L. y P. Cramton (2002). "Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions". University of Maryland. Working Paper. N° 9607.
- Bajari P. y A. Hortacsu (2004). "Economics Insights from Internet Auctions". *Journal of Economic Literature*. Vol. 42. Pp. 457 – 486.
- _____ (2003). "Are Structural Estimates of Auction Models Reasonable? Evidence from Experimental Data". Stanford University Working Paper.
- _____ (2002). "The Winner's curse, Reserve prices and Endogenous entry: Empirical Insights from e-bay Auctions". *The RAND Journal of Economics*. Vol. 3, N°2. Pp. 329 – 355.
- BCB (2005). *Operaciones de Mercado Abierto del Banco Central de Bolivia*. Banco Central de Bolivia.
- Bjornnes (2001). "Bidder Behaviour in Uniform Price Auctions: Evidence from Norwegian Treasury Bond Auctions". Working Paper. Norwegian School of Management.
- Capra M. (1999). "Subasta de Títulos Públicos en Bolivia". *Revista de Análisis*. Vol. 2, N°2. Banco Central de Bolivia.
- Castellanos S. Y M. Oviedo (2003). "Optimal Bidding in the Mexican Treasury Securities Primary Auctions: Results from a Structural Econometric Approach". Banco de México.
- Dolado J., J. Gonzalo y F. Mármol (1999). "Cointegration". Universidad Carlos III de Madrid.
- Elton E., M. Gruber, S. Brown y W. Goetzmann (2004). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons. 6ta Ed.

- Feldman R. y V. Reinhart (1996). "Auction Format Matters: Evidence on Bidding Behaviour and Seller Revenue". *IMF Staff Papers*. Vol. 43 N°2. Pp. 395-418
- Fevrier P., R. Prequet y M. Visser (2002). "Econometrics of Share Auctions." CREST. Paris.
- Franses P. (1999). *"Time Series Models for Business and Economic Forecasting"*. Cambridge University Press.
- Granger C. y T. Lee (1990). "Multicointegration". in *Advances in Econometrics*. Ed. T. Fomby, Vol. 8, Pp. 17-84.
- Hansen R. (1985). "Empirical Testing of Auction Theory". *American Economic Review*. May 1985. Pp. 156 – 159.
- Heller D. e I. Lengwiler Yvan (1998). "The Auction of Swiss Government Bonds: Should the Treasury Price Discriminate or Not?". Swiss National Bank.
- Krishna V. (2002). "Auction Theory". Academic Press. Elsevier Science.
- Malvey P. y C. Archibald (1998). "Uniform-Price Auctions: Update of the Treasury Experience". US Department of the Treasury.
- Milgrom P. y R. Weber (1982). "A Theory of Auctions and Competitive Bidding." *Econometrica*. Vol. 50 N° 5. Pp. 1089 – 1122.
- Millán M. (2002). "Aplicación a la Teoría de Subastas". Universidad de Cuyó, Mimeo.
- Myerson R. (1981). "Optimal Auction Design". *Mathematical Operation Research*. Vol. 6. Pp. 58 – 73.
- Nandi S. (1997). "Treasury Auctions: What do the Recent Models and Results Tell Us?". *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*. Fourth Quarter. Federal Reserve Bank of Atlanta

- Neyt R. (1996). "Evidence on the Yield Differentials between the Primary and Secondary Market for Belgian Treasury Bills". *Tijdschrift voor Economie en Management*. Vol. 61. N°1.
- Nyborg K. y S. Sudaresan (1996). "Discriminatory versus Uniform Treasury Auctions: Evidence from When-Issued Transactions". *Journal of Financial Economics*. Vol. 42. N°1. Pp. 63-105.
- Ockenfels A. y A. Roth (2002). "Last Minute Bidding and the Rules for Ending Second Price- Auctions: Evidence from eBay and Amazon Auctions on Internet". *American Economic Review*. N°94 Vol.4 . Pp 1093-1103.
- Robinson M. (1985). "Collusion and the Choice of Auction". *The RAND Journal of Economics*. Vol. 16. N° 1. Pp. 141 – 145.
- Rothkopf M., T. Teisberg y E. Kahn (1990). "Why Are Vickrey Auctions Rare?". *Journal of Political Economics*. Vol. N°98 N°1. Pp 94 –109.
- Simon D. (1994). "The Treasury's Experiment With Single-Price Auctions in the Mid 1970's: Winner's or Taxpayer's Curse". *Review of Economics and Statistics*. Vol. 46. Pp. 754 – 760.
- Stigler G. (1964). "A Theory of Oligopoly". *Journal of Political Economy*. N° 1. Vol. 72. Pp. 44-61
- Tenorio R. (1993). "Revenue Equivalences and Bidding Behaviour in a Multi-Unit Auctions Market: An Empirical Analysis". *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 45 N°2. Pp 302 – 314.
- Umlauf S. (1993). "An Empirical Study of the Mexican Treasury Bill Auction". *Journal of Financial Economics*. Vol. 33. Pp. 313 – 340.