

LA EFECTIVIDAD DE CROSS HEDGING PARA EL NOVILLO URUGUAYO EN EL MERCADO DE FUTUROS DEL BUEY GORDO BRASILEÑO: HIPÓTESIS DE LA EXPECTATIVA Y ESPECULACIÓN SOBRE LA BASE

**Oliveira Neto, Odilon José de¹
García, Fabio Gallo²**

Recibido: 12-11-2012

Revisado: 20-06-2013

Aceptado: 29-06-2013

RESUMEN

El presente estudio tiene por objetivo verificar la efectividad de las operaciones de *cross hedging* para el mercado al contado del novillo uruguayo en el mercado de futuros del buey gordo en la Bolsa de Valores, Mercaderías y futuros de São Paulo, Brasil (BM&FBovespa) en relación con el riesgo y retorno. La hipótesis probada es que una posición tomada en el mercado futuro de buey gordo igual a la posición en el mercado al contado del novillo uruguayo, anula el riesgo de precios. Ese supuesto deriva del abordaje clásico de precios futuros, también conocida por hipótesis de la expectativa, que se basa en la premisa de inexistencia de la prima al riesgo de la teoría del equilibrio de mercado, y, por lo tanto, no permite la especulación por diferencia entre precio al contado y futuro por parte de los agentes que actúan en el mercado futuro. La hipótesis se probó mediante la aplicación de la estrategia de *hedging* completo que determina que la posición adoptada en el mercado de futuros es siempre igual al mercado al contado. Los resultados dan cuenta que el mercado de futuros del buey gordo de Brasil posibilita la especulación. La maximización del lucro se determinó a partir de los rendimientos obtenidos de la relación de canje de las incertidumbres de los precios en el mercado al contado por la variación de la base del *cross hedging*. Los resultados demostraron que el rendimiento promedio de la cartera protegida alcanzó cerca de 2,60%, con una reducción del riesgo de precios de aproximadamente 78%.

Palabras clave: Brasil, Uruguay, buey gordo, hedging, cross hedging, mercado de futuros

1 Licenciado en Administración (Universidad de Uberaba –UNIUBE–, Brasil); M.Sc. en Agronegocio (Universidad Federal de Goiás –UFG–, Brasil); Doctor en Administración (Fundación Getulio Vargas, FGV-EAESP, Brasil). Profesor-Investigador de la Universidad Federal de Uberlândia –UFU–, Brasil. **Dirección postal:** FACIP/UFU Rua 20, 1600, Bairro Tupã, Ituiutaba-MG, Brasil, CEP: 38304-402. **Teléfono- fax:** +55-34-32715222; +55-34-32715222; **e-mail:** odilon.neto@gvmail.br

2 Licenciado en Administración (Fundación Octávio Bastos, Brasil); M.Sc. en Administración (Fundación Getulio Vargas –FGV-EAESP–, Brasil); Doctor en Administración (FGV-EAESP–, Brasil). Profesor-Investigador de la FGV-EAESP. **Dirección postal:** EAESP/FGV, Avenida 9 de Julho, 2029, 8º andar, Bairro Bela Vista, São Paulo-SP, Brasil, CEP: 01313-902. **Teléfono:** +55-11-37997700; Fax: +55-11-37997700; **e-mail:** fabio.gallo@fgv.br

ABSTRACT

The present study aims to verify the effectiveness of cross hedging operations for the Uruguayan steer in the futures market for live cattle of the Brazilian Securities, Commodities and Futures Exchange (BM&FBovespa) in relation to risk and return. The tested hypothesis is that a position taken in the futures market of live cattle equal to a position taken in the cash market of Uruguayan steer cancels the price risk. This proposition derives from the classical approach in futures pricing, also known as the expectations hypothesis, which is based in the premise of absence risk premium that comes from market equilibrium theory, and therefore does not allow speculation with the difference between the spot and futures prices for part of the agents that act in the futures market. The hypothesis is tested by applying the full hedge strategy, which determines that the position taken in the futures market is always equal to the spot market. The results show that the futures market for Brazilian live cattle allows for speculation. Profit maximization was ascertained from the returns obtained with the exchange ratio of the uncertainties of prices in the spot market by the variance of the basis, related to cross hedging. The results showed that the average return of the portfolio protected reached approximately 2.60% with a prices risk mitigation of approximately 78%.

Key words: Brazil, Uruguay, live cattle, hedging, cross hedging, future markets

RÉSUMÉ

La présente étude a pour objectif de vérifier l'efficacité du *cross hedging* sur le bœuf uruguayen pour le marché d'avenir du bœuf à la bourse, marchandises et futur -Sao Paulo/Brésil (BM&F Bovespa) en ce qui concerne le risque et le retour. L'hypothèse examinée est qu'une position prise sur le marché d'avenir du bœuf comme celle du marché au comptant du bœuf uruguayen annule le risque des prix. Ce supposé dérive de l'abordage classique des futurs prix, aussi connue comme hypothèse de l'attente, qui se base sur un principe d'inexistence de la théorie de l'équilibre de marché et donc ne permet pas la spéculation par différence entre le prix au comptant et l'avenir de la part des agents qui opèrent sur le marché d'avenir. Cette hypothèse est examinée par l'application de la stratégie de haie complet, qui détermine que la position prise sur le marché d'avenir est la même que celle du marché au comptant. Les résultats attestent que le marché d'avenir du bœuf brésilien permet la spéculation. La maximisation du bénéfice a été vérifiée à partir des retours obtenus avec la relation d'échanges d'incertitudes des prix du marché au comptant par la variance de la base, liée aux opérations de *cross hedging*. Les résultats démontrent que le rendement moyen du portefeuille protégé a atteint près de 2,60% avec une réduction du risque de près de 78%.

Mots-clé: Brésil, Uruguay, bœuf, *cross hedging*, marchés de future

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo verificar a efetividade das operações de *cross hedging* para o novillo uruguaio no mercado futuro do boi gordo da Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros - São Paulo/Brasil (BM&FBovespa) em relação ao risco e retorno. A hipótese testada é de que uma posição tomada no mercado futuro do boi gordo igual à posição no mercado à vista do novillo uruguaio anula o risco de preços. Essa proposição deriva da abordagem clássica de precificação em futuros, também conhecida por hipótese da expectativa, que é baseada na premissa de inexistência de prêmio ao risco da teoria de equilíbrio de mercado, e, portanto, não permite a especulação pela diferença entre o preço à vista e futuro por parte dos agentes que atuam no mercado futuro. A hipótese é testada pela aplicação da estratégia de hedge completo, que determina que a posição tomada no mercado futuro é sempre igual à do mercado à vista. Os resultados atestam que o mercado futuro do boi gordo brasileiro possibilita a especulação. A maximização do lucro foi averiguada a partir dos retornos obtidos com a relação de troca das incertezas de preços no mercado à vista pela variância da base, conexa às operações de hedge cruzado. Os resultados demonstraram que o retorno médio da carteira protegida atingiu cerca de 2,60% com uma mitigação do risco de preços de aproximadamente 78%.

Palavras-chave: Brasil, Uruguai, boi gordo, hedging, cross hedging, mercado futuro

1. INTRODUCCIÓN

La riqueza generada por las operaciones de negocios relacionados a los mercados agrícolas y agroindustriales (o agronegocios), son imprescindibles para las economías de países representativos de América del Sur, como es el caso de Brasil y Uruguay, dicho sector aporta respectiva y aproximadamente el 23% y 54% del producto interno bruto (PIB) de esos países. En este contexto, las actividades ganaderas aportan aproximadamente 40% de la riqueza generada por este sector, con un mercado de carne de ganado vacuno que cubre cerca de un tercio del PIB de las actividades ganaderas (CEPEA, 2011; USDA, 2011).

En 2010, Brasil y Uruguay representaron de forma conjunta alrededor del 20% de la producción carne de ganado vacuno del mundo, que alcanzó 9,62 millones de toneladas y 1,91 millones de toneladas exportadas, lo que corresponde respectivamente al 25% de la producción y 23% de la exportación mundial de carne de vacuno (IBGE, 2011; USDA, 2011).

El mercado de carne bovina de Brasil y Uruguay tiene algunas características en común, entre las que se destaca el destino de las exportaciones y la actuación de multinacionales brasileñas en el segmento industrial de carne de vacuno en Uruguay, con la incidencia más alta a partir del año 2005.

A pesar de las cifras significativas del mercado de carne de ganado vacuno en estos países, se recalca la importancia de la existencia de instrumentos derivados de las negociaciones en las bolsas organizadas que permitan la gestión de la volatilidad de los precios. En la actualidad Australia, Brasil y Estados Unidos cuentan con derivados cuya finalidad es mitigar los riesgos de los precios al contado de carne de ganado vacuno. Sin embargo, Uruguay no tiene instrumentos derivados cuyo propósito sea cubrir el riesgo generado por las incertidumbres del mercado al contado de carne de vacuno.

En Uruguay y Argentina varios intentos de negociación de contratos futuros sobre índice y precios de carne de ganado vacuno, se han visto frustrados a lo largo del tiempo. Estos derivados han fracasado por la falta de liquidez. Entre los elementos que se corroboraron para demostrar la corta duración de los contratos futuros en estos países, se destacan los contratos futuros no cumplían con los intereses comunes de la ca-

dena productiva y estándares incompatibles de los derivados en términos de tamaño, vencimiento y márgenes de garantía (Gutiérrez & Caputi, 2003; Comiso, 2007; Dopchiz, 2008).

Además de los problemas que enfrentan los agentes de la cadena productiva de carne en la administración de precios, deben enfrentar la volatilidad de las variables económicas –como tasas internacionales de cambio, tasas de interés, oferta y demanda mundial de productos agrícolas–, así como también las características particulares de los mercados agrícolas –tales como la estacionalidad, el clima, la calidad de la producción, las políticas agrícolas, las barreras sanitarias y tarifarias, y las intervenciones gubernamentales, entre otros–, que requieren mayor atención para la gestión del precio.

En este escenario, los derivados negociados en mercado de futuros se presentan como instrumentos que tienen por objetivo reducir los riesgos de precios de los participantes del mercado al contado. Ello es posible a partir del *hedging*, que es una estrategia donde el agente toma una posición en el mercado de futuros contraria al posicionamiento del mercado al contado, con la finalidad de mitigar el riesgo financiero de la volatilidad de precios de determinados activos o mercaderías en el mercado al contado (Futures Industry Institute, 2002; Alexander, 2005; Hull, 2005).

En situaciones en las cuales no se encuentran en el mercado bursátil nacional instrumentos financieros de *hedging* que reproduzcan perfectamente la exposición de agentes en el mercado al contado (es decir, los derivados con especificaciones iguales a los activos en el mercado al contado), no se descarta la gestión de riesgo de precios por medio de una operación de un *hedging* cruzado, conocido internacionalmente como *cross hedging*. La diferencia entre los precios al contado y futuros en la fecha de vencimiento de los contratos, generada por el *cross hedging*, es conocida como base (Anderson & Danthine, 1981; Futures Industry Institute, 2002; Alexander, 2005; Hull, 2005; Adam-Müller & Nolte, 2011).

La volatilidad de la base generada por la diferencia entre los precios al contado y futuros en las operaciones de *cross hedging*, hasta la fecha de vencimiento de los contratos –usualmente calculada por el desvío estándar de la base (o el riesgo de base)–, se debe especialmente a los

costos de carga. Estos últimos resultan de la suma de los costos de almacenamiento, la prima de riesgo del cargamento de la mercadería, los costos de transporte y la tarifa de conveniencia, entre otros (Leuthold, Junkus & Cordier, 1989; Brooks, Davies & Kin, 2004, 2007; Adam-Müller & Nolte, 2011).

Al considerar la problemática de administración de los precios, en especial, la que enfrentan los agentes de la cadena productiva de la carne de ganado vacuno uruguayo, emerge una interrogante: ¿Son las *cross hedging* con contratos futuros de buey gordo en la bolsa de Valores, Mercaderías y Futuros – São Paulo / Brasil (BM&FBovespa) efectivas para la gestión del riesgo de los precios en el mercado al contado del novillo uruguayo?

Con base en estas consideraciones, este estudio tiene por objetivo verificar la efectividad de las operaciones de *cross hedging* para el mercado al contado del novillo uruguayo en el mercado de futuros del buey gordo en la BM&FBovespa en relación con el riesgo y retorno. Específicamente, se analiza la base, el riesgo base y la asociación lineal entre los precios al contado y futuros. El trabajo se estructura en cuatro partes interrelacionadas luego de esta introducción, a saber, fundamentación teórica, metodología, análisis de resultados y conclusiones.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. LA TEORÍA CLÁSICA DE LA EXPECTATIVA Y DE LA ESPECULACIÓN SOBRE LA BASE

La teoría clásica de la hipótesis de la expectativa consiste en la teoría más simple de precios en el futuro. Esta teoría afirma que el precio futuro equivale al valor esperado del precio al contado en el futuro, por lo que el beneficio esperado en el mercado de futuros es nulo. Por lo tanto, la hipótesis se basa en la neutralidad del riesgo y se asemeja al equilibrio del mercado en un ambiente sin incertidumbres, es decir, aquella en que el precio del producto es igual y equivalente a su precio al contado en el futuro (Bodie, Kane & Marcus, 2010; Georgiou, 2011).

El enfoque clásico de administración de los precios en mercados de futuros establece que la posición a ser tomada en contratos futuros debe ser idéntica a la encontrada en el mercado al contado, o sea, siempre igual a uno. La literatura

trata la estrategia adoptada por la teoría clásica como *hedging* completo o ingenuo, debido a que las posiciones futuras y al contado son siempre las mismas. Por lo tanto, la hipótesis de expectativa hace caso omiso de la prima de riesgo incorporado al precio en el futuro cuando no se tiene la seguridad del precio al contado en el futuro (Kavussanos & Nomikos, 2000; Brooks, Henry & Persaud, 2002; Alexander & Barbosa, 2005; Mcmillan, 2005; Bodie, Kane & Marcus, 2010; Zanotti, Gabbi & Geranio, 2010).

En este caso, el riesgo de *hedging* (o de cobertura) es eliminado solamente en situaciones donde los precios al contado y futuros están perfectamente correlacionados positivamente (Gomes, 1987; Bodie *et al.*, 2010). Así, el retorno de su cartera de un agente que compra determinado producto en el mercado al contado y asume la misma posición o *short* en el mercado de futuros es el resultado de la diferencia entre las posiciones adoptadas en estos mercados en la fecha de vencimiento de los contratos (Working, 1953a; Johnson, 1960; Hull, 2005).

El resultado perfecto de la estrategia de *hedging* completo en la práctica es muy raro, esto es porque todos los participantes deberían ser neutrales al riesgo y por lo tanto, se puede afirmar que el precio futuro resultaría en lucro igual a cero. Por lo tanto se puede afirmar que la hipótesis de expectativa de la teoría clásica de fijación de precios en mercado de futuros se asemeja a la del equilibrio de mercado, donde no hay incertidumbre en relación con los precios y todas las informaciones ya se encuentran incorporadas a los mismos (Bodie *et al.*, 2010; Georgiou, 2011).

La hipótesis de la expectativa de la teoría clásica de precios fijos determina que la base sea nula, ya que la premisa de aceptación es la falta de referencia entre los precios al contado y futuros en la fecha de vencimiento de los contratos. En este contexto, la teoría de expectativa clásica ignora completamente la prima de riesgo que se puede incorporar al precio futuro, cuando no se tiene seguridad del precio al contado en la fecha de liquidación del contrato, así como está implícita la retención del riesgo derivado de la volatilidad de la diferencia entre los precios al contado y futuros, hasta el vencimiento de los contratos, también conocido como riesgo de base (Alexander & Barbosa, 2005; Hull, 2005; Bodie *et al.*, 2010; Zanotti, Gabbi & Geranio, 2010; Adam-Müller & Nolte, 2011).

La hipótesis de expectativa de los precios futuros de la teoría clásica se rechaza si los precios al contado y futuros no están perfectamente correlacionados positivamente y dado que la diferencia entre estos precios llevaría a la siguiente variación de la base, $\Delta b_t > 0$ ó $\Delta b_t < 0$, o sea, dejaría en evidencia la presencia de la prima de riesgo, que en consecuencia causaría la pérdida o ganancia de una de las partes relacionadas en la operación de *hedging* en el mercado de futuros (Hull, 2005; Bodie *et al.*, 2010; Adam-Müller & Nolte, 2011).

Working (1953a, 1962) es el precursor de la idea que el *hedging* en el mercado de futuros de commodities afecta el riesgo de precio en función del riesgo de base. Es decir, la acción del agente en el mercado se relaciona con las perspectivas de futuro $\Delta b_t > 0$ y $\Delta b_t < 0$, se conocen respectivamente como el fortalecimiento y debilitamiento de la base (Futures Industry Institute, 2002; Hull, 2005; Mendonça, 2011). Situaciones relacionadas al debilitamiento de la base y fortalecimiento de la base se ilustran respectivamente, en la Figura Nº 1.

Working (1953b; 1953c) señala que la diferencia entre el enfoque de la hipótesis de las expectativas y el de la teoría clásica se centra en la

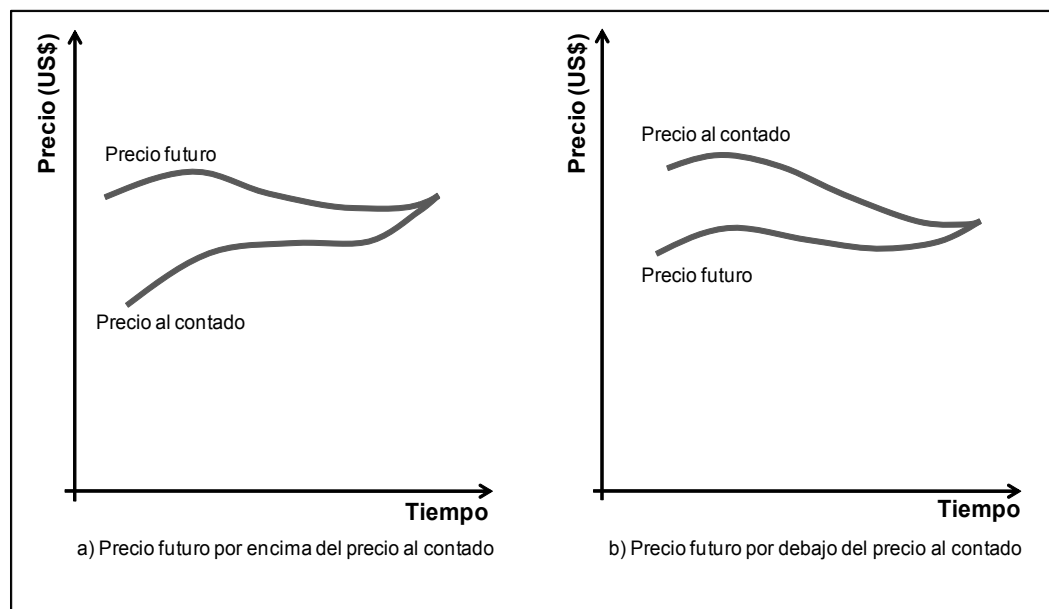
maximización del lucro por medio de la especulación sobre la base. Este enfoque se centra esencialmente en la determinación de una razón óptima en el futuro, ya que considera que la posición que se debe tomar en el mercado futuro depende primordialmente de las perspectivas sobre el comportamiento de la base.

No obstante, el enfoque de Working (1953b, 1962) es limitado, a lo que se aúna la dificultad de comparación de la misma por motivos de la no especificación matemática de una razón óptima en el mercado de futuros. Por lo tanto, se resalta la capacidad de generar mayores rendimientos debido a los niveles de riesgos asumidos por los agentes en las operaciones de compra y venta de contratos futuros.

2.2. BASE Y RIESGO DE BASE: DEFINICIONES Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Las operaciones de *cross hedging* de compra y venta de contratos en el mercado de futuros con estándares diferentes de las características de los productos negociados en el mercado al contado, generan comúnmente una diferencia entre el precio al contado y futuro del activo en la fecha de vencimiento de los contratos. El saldo de esta ecuación se denomina base (Hull, 2003, 2005).

Figura 1
Relación entre el precio al contado y futuro próximo al vencimiento de los contratos



Fuente: Hull (2005)

La base es definida también como la diferencia entre el logaritmo de los precios al contado y el logaritmo de los precios futuros de liquidación de los contratos (Liu, Brorsen & Oellermann, 1994; Baum & Barkoulas, 1997; García & Sanders, 1996). Por otra parte, el análisis de la variación de la base (o riesgo de base) hasta la fecha de vencimiento de los contratos futuros es esencial para la gestión de precios de los agentes que actúan simultáneamente en los mercados al contado y de futuros (Purcell, 1991; Hull, 2003, 2005).

En situaciones en las cuales el precio en el mercado al contado y de futuros se comporta en el mismo nivel, el resultado final de la operación es un *hedging* perfecto, conforme la ecuación 1. Si el precio en el mercado al contado supera el precio del mercado de futuros, se tendrá en cuenta un fortalecimiento de la base o *backwardation*, como se muestra en la ecuación 2. Pero, si el precio en el mercado al contado es menor que el precio del mercado de futuros, esto indica que el debilitamiento de la base o *forwardation*, como en la ecuación 3 (Hull, 2003, 2005; Brooks, Davies & Kin, 2007; Adam-Müller & Nolte, 2011).

$$b_t = S_{t-1} - F_t = 0 \quad (1)$$

$$b_t = S_{t-1} - F_t > 0 \quad (2)$$

$$b_t = S_{t-1} - F_t < 0 \quad (3)$$

Donde: b_t es el valor de la base en el tiempo t ; S_{t-1} representa el precio al contado previo al vencimiento de los contratos y F_t es el precio futuro en la fecha de vencimiento de los contratos.

La equivalencia entre los precios al contado y futuros está relacionada esencialmente con la participación simultánea de los agentes en el mercado al contado y en el mercado de futuros. Además, la diferencia entre los precios al contado y futuros está relacionada con los costos de cargamento, que son definidos por Leuthold *et al.* (1989) y Hull (2005) como la suma de los costos de compra, costos de transporte y almacenamiento, la prima de riesgo del almacenamiento de las maderías y los costos de oportunidad hasta la fecha de vencimiento del contrato futuro (rendimiento de conveniencia). En este caso, el precio máximo de la carga deberá ser la diferencia entre los precios al contado y futuros.

En relación con el riesgo de base generado por la operación de *hedging* tradicional es generalmente consecuencia únicamente de los costos de cargamento, las operaciones de *cross hedging* agregan otros valores. Esto se debe a la diferencia entre los precios generada por la disparidad entre las características del producto negociado en el mercado al contado y al estándar de los contratos futuros (Anderson & Danthine, 1981; Howard & D'antonio, 1984; Paroush & Wolf, 1989; Purcell, 1991; Netz, 1996; Brooks, *et al.*, 2007; Adam-Müller & Nolte, 2011).

Varios estudios de tipo empírico corroboran las causas del riesgo de base en las operaciones de *hedging* y *cross hedging*. Entre estas se destacan el de Liu *et al.* (1994), que modelaron el valor de la base para el mes anterior a los contratos futuros de ganado vacuno en Estados Unidos. En este estudio la base se expresa como la diferencia entre los logaritmos de los precios al contado y futuros y las variables que fueron probadas: demanda, costos de entrega, valor de la base en el periodo anterior, diferencia entre precios futuros con fecha de vencimiento diferente y medidas mensuales de los contratos pendientes. Los resultados del modelo reflejaron un bajo poder explicativo de las variables relacionadas a la oferta y la demanda en el valor de la base cerca de la fecha de vencimiento de los contratos futuros.

Otros como el modelo empírico de Martin, Groenewegen & Pidgeon (1980), para el análisis de las variaciones del maíz en el mercado al contado en el suroeste de Ontario-Canadá; el estudio de Bond, Thompson & Geldard (1985), basado en el efecto del riesgo de base en estrategias de *hedging* para la exportación del trigo de Australia; y el de Milonas (1986), que sustentan la tesis de la volatilidad de los productos en el sector agrícola aumenta en el periodo anterior a la cosecha, forman parte de los estudios que han contribuido para afirmar la concepción teórica del riesgo de base en las operaciones en mercado de futuros.

En Brasil también se encuentran publicaciones relevantes sobre la relación entre precios al contado y futuros de productos agrícolas, entre los que se destacan las investigaciones de Rochelle (1997), Perobelli (2005) y Gonçalves, Francischini, Alves & Parré (2007) sobre el riesgo de base del buey gordo en lugares importantes donde se produce la carne de ganado vacuno

por medio de operaciones de *hedging* en la Bolsa de Mercaderías y Futuros (BM&F). Esta, después de la fusión con la Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa) –en mayo de 2008–, se convirtió en BM&FBovespa.

Estudios realizados sobre el riesgo de base del café para diferentes regiones de los estados de Minas Gerais, São Paulo y Paraná, con contratos futuros en la BM&F también registraron resultados significativos. Entre ellos están los de Fileni, Marques & Machado (1999), Barros & Aguiar (2005a, 2005b) y Fontes, Castro Júnior & Azevedo (2005). Por otra parte, merecen ser destacados los resultados de investigaciones relacionadas con el comportamiento de la base para las regiones productoras de maíz más importantes. Es el caso del estudio de Tonin, Braga & Coelho (2009), quienes evaluaron el riesgo de base para la soya colectada en la región de Maringá, en el estado de Paraná.

Por su parte, el análisis de riesgo de base para la soya cosechada en las principales regiones productoras en el Brasil fue foco de importantes investigaciones, entre las cuales están las de Chiodi, Geraldini Júnior, Marques & Martinez-Filho (2005) y Botelho Filho & Souza Júnior (2006). Pero la investigación de Maia & Aguiar (2010), se diferencia de las demás al considerar la evaluación de los rendimientos y riesgos de estrategias de *cross hedging* y *hedging* de diez regiones productoras de soya en el Brasil, en relación con los contratos futuros de soya de la BM&F y de la Bolsa de Chicago (Chicago Board of Trade, CBOT), respectivamente.

De conformidad con lo destacado en los fundamentos teóricos, las diferencias entre los contratos futuros y las características del producto a ser protegido también corroboran la realización de una investigación sobre la efectividad de las operaciones de *cross hedging* y son elementales para el cálculo del riesgo de base, de la asociación lineal entre los precios, de la hipótesis de la expectativa y de la maximización del lucro por la especulación en la base.

3. METODOLOGÍA

La naturaleza del presente estudio reúne las características fundamentales de un trabajo científico, en especial, de carácter analítico dirigido por la aplicación de la teoría, para su verificación en un problema específico. En cuanto a los objetivos, el presente estudio se caracteriza por ser

de tipo cuantitativo, donde el análisis y la interpretación de los datos se realiza mediante la aplicación de métodos estadísticos (Lakatos & Marconi, 2001; Roesch, 2005; Medeiros, 2008).

La metodología busca primordialmente inferir, a partir de la hipótesis acerca de reglas fundamentales, al tiempo que busca deducir qué tipo de observaciones se pueden demostrar o rechazar en las hipótesis probadas. En este contexto, el método hipotético-deductivo incluye la observación, la prueba de hipótesis y deducción basada en la verificación de los resultados de la aplicación de los métodos estadísticos. Así, se analizaron en primer lugar el comportamiento de los precios, la base y el riesgo de base. Luego se encontró la asociación lineal entre las series de precios al contado y futuros. Además, se aplicó la estrategia de *cross hedging* completa y su eficacia en la anulación del riesgo. El análisis siguió los rigores definidos en cada prueba estadística en particular.

3.1. DATOS Y PROCEDIMIENTOS

La serie semanal de precios de mercado al contado del novillo uruguayo y los precios futuros de la arroba del buey gordo brasileño de la BM&FBovespa, que se utiliza para poner a prueba la efectividad de *cross hedging* hacia el riesgo y el retorno, comprende el período comprendido entre el 06 de enero de 2002 y el 06 de mayo de 2012 (BM&FBovespa, 2012). El Cuadro N° 1 muestra las características de los datos utilizados en las pruebas empíricas, así como también los procedimientos de selección y transformación de los mismos.

El Cuadro N° 2 muestra los precios promedios mensuales del buey gordo brasileño y al contado del novillo uruguayo, después de los procedimientos de selección y transformación de los mismos.

3.2. LA ASOCIACIÓN LINEAL Y LA ESTIMACIÓN DE LA BASE Y DEL RIESGO DE BASE

El comportamiento de las series de precios al contado y a futuro fue analizado preliminarmente por medio de la asociación lineal estimada por el coeficiente de correlación de Pearson para datos muestrales mediante la ecuación 4.

$$r_{sf} = (S_{sf} / S_s \times S_f) \quad (4)$$

Donde: r_{sf} es el coeficiente de correlación entre precios al contado y futuros; S_{sf} es la covarianza

Cuadro 1

Identificación	Variable	
	Precio futuro del buey gordo	Precio al Contado del Novillo
País	Brasil	Uruguay
Mercado	Futuro	Al contado
Cotización original	Diaria	Semanal
Moneda de la cotización	Reales	Dólar estadounidense
Fuente de los datos	Centro de Estudios Avanzados en Economía Aplicada (CEPEA) de la Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) de la Universidad del estado de São Paulo (USP).	Instituto Nacional de Carnes de Uruguay (INAC)
Caracterización de los productos básicos	El buey gordo se especifica en el contrato de un bovino macho, vivo, castrado con coraza convexa, alimentados con pasto o en confinamiento; el peso mínimo es de 450 kg y un máximo de 550 kg; la edad máxima, de 42 meses (BM&FBovespa, 2012).	El novillo uruguayo es bovino macho, joven, vivo, castrado, con seis dientes incisivos permanentes; conformación de coraza entre sub-convexa y convexa; peso entre 431 y 520 kilogramos; y edad entre 30 y 42 meses (Torino, 2011).
Datos - cotización y transformación	Aunque originalmente la cotización de precios se define en reales y también se divulga en dólares estadounidenses. El precio del cambio comercial a las 16:30 am, en la BM&FBovespa, fue utilizado como base para la conversión. A partir de las series diarias de precios futuros de la arroba de buey gordo brasileño en la BM&FBovespa se calcularon los precios promedio semanales.	Los precios semanales promedio reportados por el INAC se refieren al precio en dólares estadounidenses por kilogramo/peso corporal de los novillos en el punto de matanza. Los precios al contado se transforman en arroba neta, considerando el aprovechamiento equivalente a la coraza de 50%, lo que permitió que los mismos fuesen evaluados con la misma base de cotización del precio futuro del buey gordo brasileño.
Tratamiento de los datos	Las series diarias de precios al contado del novillo uruguayo y de precios futuros de la arroba del buey gordo brasileño; las fechas eran similares, es decir, los valores que faltan fueron eliminados de la muestra. Se verificó, también, la presencia de valores atípicos en las series de precios. Estos fueron eliminados después de la identificación.	

Fuente: elaboración propia

entre los precios al contado y futuros; S_s es la desviación estándar de los precios al contado; y, S_f es la desviación estándar de los precios futuros (Anderson, Sweeney & Williams, 2009).

En este caso, para ($r_{sf} = 0$) no existe asociación lineal entre los precios y por lo tanto no es posible eliminar el riesgo de los precios con una posición en el mercado de futuros igual al mercado al contado; para ($-1 \leq r_{sf} < 0$) existe asociación lineal negativa entre los precios y por lo

tanto, no es posible eliminar el riesgo de precios con una posición en el mercado de futuros igual al del mercado al contado; para ($0 > r_{sf} > +1$), existe asociación lineal positiva imperfecta entre los precios y por lo tanto, es posible eliminar parte del riesgo de precios con una posición en el mercado de futuros igual al del mercado al contado; y, para ($r_{sf} = +1$), existe asociación lineal positiva y perfecta entre los precios; por ello es posible eliminar el riesgo de precios con una po-

Cuadro 2

Precio promedio mensual futuros y al contado en dólares

Precios a futuro del buey gordo brasileño											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	19,03	16,61	21,12	22,15	21,93	25,17	42,20	36,36	42,26	61,52	55,47
Febrero	18,94	15,84	20,05	22,31	23,58	26,44	43,28	35,13	42,33	62,91	56,34
Marzo	18,95	16,49	19,93	21,00	22,96	26,89	44,62	33,78	44,72	63,61	52,22
Abril	18,00	17,89	19,99	21,49	23,72	27,44	46,11	36,39	46,86	65,84	51,13
Mayo	16,98	17,55	19,15	22,15	22,03	28,23	48,64	39,15	44,50	62,22	48,07
Junio	15,46	18,47	19,39	22,32	21,74	29,68	56,89	41,33	45,74	61,12	-
Julio	15,01	18,94	19,88	22,19	23,40	32,78	58,41	42,19	47,55	63,95	-
Agosto	15,94	19,24	20,56	21,50	26,06	32,66	56,19	41,95	50,91	62,77	-
Septiembre	14,85	20,28	20,74	21,88	27,21	32,71	47,96	43,01	54,62	56,00	-
Octubre	14,23	20,78	21,03	24,65	28,49	36,03	41,14	44,46	61,44	56,80	-
Noviembre	16,16	20,67	22,43	25,36	25,32	41,07	38,18	42,96	64,83	59,34	-
Diciembre	15,99	20,63	22,41	22,51	24,87	41,39	34,31	42,85	62,04	55,03	-
Precios al contado del novillo uruguayo											
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Enero	16,55	17,39	24,11	25,36	26,72	29,99	33,65	30,41	37,40	49,94	56,62
Febrero	16,87	17,35	24,12	25,77	27,70	30,34	36,92	32,08	39,86	56,60	58,42
Marzo	16,79	17,97	24,02	26,12	27,47	31,77	39,58	33,70	40,08	62,74	60,80
Abril	16,47	16,98	23,86	25,79	27,01	32,21	40,33	32,54	40,61	62,87	59,11
Mayo	15,84	16,81	24,62	26,17	27,33	32,06	39,99	31,84	42,52	64,39	58,02
Junio	16,10	18,35	25,62	27,32	29,15	32,40	45,95	33,85	44,03	63,71	-
Julio	16,63	20,46	27,37	28,24	32,21	34,77	53,46	35,16	51,05	62,58	-
Agosto	17,20	24,37	28,47	28,47	32,87	35,93	60,32	36,46	52,79	63,17	-
Septiembre	17,92	26,42	28,11	28,49	31,95	37,87	55,55	36,29	51,48	62,85	-
Octubre	18,05	27,79	27,56	28,16	31,90	37,25	43,97	36,69	51,19	60,34	-
Noviembre	17,94	25,41	27,29	27,59	30,78	34,85	32,11	35,61	48,77	60,53	-
Diciembre	17,30	24,85	26,24	26,57	29,46	33,29	28,83	35,55	47,39	57,26	-

Fuente: CEPEA (2012); INAC (2011); elaboración propia

sición en el mercado de futuros igual al del mercado al contado.

En el caso de la asociación entre los precios ($-1 \leq r_{sf} < 0$) ó ($0 > r_{sf} > +1$), se resalta la posibilidad de que los agentes que actúan en el mercado especulen sobre la base con el objetivo de maximizar los lucros.

En un análisis más profundo fue posible estimar la relación entre los precios, a partir de los valores estimados de base, que representan la diferencia entre los precios al contado y precios futuros al vencimiento de los contratos; ello conforme se muestra en la ecuación 5.

$$b_t = S_t - F_t \quad (5)$$

Donde: b_t es el valor de la base en el periodo t ; S_t representa el precio al contado y F_t es el precio futuro en la fecha de vencimiento de los contratos (Brooks *et al.*, 2004, 2007; Alexander & Barbosa, 2005; Hull, 2005; Adam-Müller & Nolte, 2011). Después el cálculo de la base se estimó la variación porcentual de la base, a partir de la ecuación 6.

$$\Delta b_t = (b_t - b_{t-1} / b_{t-1}) \times 100 \quad (6)$$

En este caso, Δb_t es la variación porcentual de la base; b_t es el valor de la base en el periodo t , mientras que b_{t-1} es el valor de la base porcentual en el periodo $t-1$. Después el cálculo de la base porcentual en la fecha de vencimientos de los contratos futuros, se obtiene la media aritmética de la base porcentual por la ecuación 7.

$$bm = 1/n \sum b_{t,T} \quad (7)$$

Donde, b_m es la media aritmética de la base porcentual en la fecha de vencimiento del contrato; b_t es el valor de la base en el periodo t ; n , es igual al número de bases de la muestra y T , es la fecha de vencimiento de los contratos. Inmediatamente, se calculó el riesgo de base, a partir del desvío estándar de las bases conforme la ecuación 8.

$$b_{risk} = [1/n \sum (b_{t,T} - b_m)^2]^{1/2} \quad (8)$$

Donde, b_{risk} es el riesgo de base; b_m es la media aritmética porcentual de la base; b_t es el valor de la base porcentual en el periodo t ; n es igual al número de bases de la muestra y T es la fecha de vencimiento de los contratos.

3.3. PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Una investigación debe partir de la verificación de las hipótesis explícitas, que se derivan de la teoría y que consisten en los casos de asociación o relación causal entre variables. Pero, a pesar del rechazo o no de la hipótesis, el objetivo de investigación científica permite analizar la relación entre las variables que intervienen (Lakatos & Marconi, 2001; Martins, 2002).

El presente estudio pone a prueba la hipótesis que una posición adoptada en el mercado de futuros de buey gordo idéntica a la posición en el mercado al contado de novillos uruguayos en la fecha de vencimiento de los contratos, anula el riesgo de precios. En esta situación los precios de futuros en la fecha de vencimiento de los contratos del buey gordo en la BM&FBovespa deben estar perfectamente asociados con los precios del novillo en el mercado al contado uruguayo; en caso contrario, no se anula el riesgo de precios, por lo que sería posible especular sobre la base.

La hipótesis fue probada en la aplicación del *hedging* completo, también conocida bajo la denominación de *hedging* ingenuo, que es definido como aquel en el que la posición tomada en el

mercado de futuros es idéntica a la posición en el mercado al contado. En la estrategia completa la razón de *cross hedge* es siempre uno, es decir, se considera que la fecha de vencimiento de los contratos tendrá una correlación perfecta y positiva entre los precios al contado y futuros.

La estrategia de *cross hedging* completa se basa en un mercado de futuros perfecto en términos de cobertura de riesgo de precios en el mercado al contado, en el cual todas las informaciones relacionadas con los precios ya se han agregado a la misma. En consecuencia, no existe la prima de riesgo. Luego, la posibilidad de especulación sobre la base es nula.

El rendimiento del *cross hedging* completo en términos de capacidad de cancelar el riesgo determinado conforme a la hipótesis de expectativa se calculó por medio de la efectividad de Ederington (1979), que se basa en estudios de Johnson (1960) y Stein (1961). Esta estimación se ha aplicado ampliamente al análisis del desempeño de las operaciones de *hedging* convencional y de *cross hedging* en importantes investigaciones desde que fue concebida. En este caso fue obtenida mediante la ecuación 9.

$$e_{CH} = 1 - [var(H^*) / var(U)] \quad (9)$$

Donde: e_{ch} es la efectividad de *cross hedging*; $var(U)$ es la varianza de la cartera no protegida; $var(H^*)$ es la varianza mínima de la cartera protegida por la estrategia de *cross hedging* completo; y ch es la razón de *cross hedge*, que en el caso de la estrategia completa es igual a uno. Así, fueron probadas la hipótesis nula y la alternativa para la efectividad de *cross hedging*, es decir:

$H_0: e_{ch} = 1 \Rightarrow$ el *cross hedging* es eficaz, por lo tanto, anula el riesgo; es decir, no existe la posibilidad de especulación sobre la base.

$H_1: 0 \leq e_{ch} < 1 \Rightarrow$ el *cross hedging* no es eficaz al punto de anular el riesgo, es decir, existe la posibilidad de especulación sobre la base.

Si la hipótesis nula H_0 no es rechazada, la posición tomada en el mercado futuro igual a la del mercado al contado, anula el riesgo del precio y como consecuencia, el resultado neto es cero.

Por otro lado, en el caso de rechazar la hipótesis nula H_0 y de no rechazo de la hipótesis alternativa H_1 , el nivel de eficiencia de la operación de *cross hedging* varía entre 0 y 1; este va-

lor, multiplicado por cien, muestra el porcentaje de mitigación de riesgos.

Una vez rechazada la hipótesis nula H_0 se debe también verificar el resultado de la estrategia de *cross hedging* completa, que es la maximización del lucro conseguida por la especulación sobre la base. Esto es posible a partir de la siguiente ecuación 10.

$$r_h = S_t - hF_t \quad (10)$$

Donde: r_h es el retorno de cartera protegida por la operación de *cross hedging*; S_t y F_t son los precios al contado y futuros en el periodo t ; y h es la razón óptima en contratos de futuros; en el caso del *cross hedging* completo $h=1$.

Después del cálculo del retorno de la cartera en la fecha de vencimiento de los contratos futuros, se obtiene la media aritmética porcentual de los retornos mediante la ecuación 11.

$$r_{hm} = (1/n \sum r_{h,T}) \times 100 \quad (11)$$

Donde: r_{hm} es el retorno medio porcentual de la cartera protegida; r_h es el retorno porcentual de la cartera en el periodo t ; n es igual al número de retornos de la muestra; y T es la fecha de vencimiento de los contratos.

Las pruebas empíricas fueron realizadas utilizando el *software Eviews 7.0*, componente especialmente utilizado con el propósito de efectuar las estimaciones econométricas necesarias para lograr los objetivos del estudio. El tratamiento, la transformación y la selección de los datos se apoyaron en el uso del *software Microsoft Excel 2007*.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El comportamiento de los precios al contado del novillo uruguayo y de los precios futuros del buey gordo brasileño en la BM&FBovespa se presenta en la Figura N° 2. El movimiento de las series de los precios es bastante similar, pero los precios al contado del novillo uruguayo fueron ligeramente superiores en los precios futuros del buey gordo brasileño en los años de 2002 y 2007.

Al contrario, entre los años de 2008 y 2010, los precios futuros del buey gordo brasileño, fueron en general superiores a los precios al contado del novillo uruguayo, con diferencias significativas entre los precios futuros y al contado en el segundo semestre del año 2010, cuando los precios del novillo uruguayo estuvieron en tor-

no de US\$ 15 dólares abajo del precio futuro del buey gordo brasileño en la fecha de vencimiento de los contratos futuros en la BM&FBovespa. El segundo semestre de 2010 es un periodo marcado por una valorización significativa del real brasileño frente al dólar americano.

A partir del año 2011 la diferencia entre los precios al contado y futuros descende significativamente. Así, en el primer trimestre de año 2012 los precios del novillo uruguayo superaron en hasta US\$ 5 dólares a los precios del buey gordo brasileño en la fecha de vencimiento de los contratos en la BM&FBovespa.

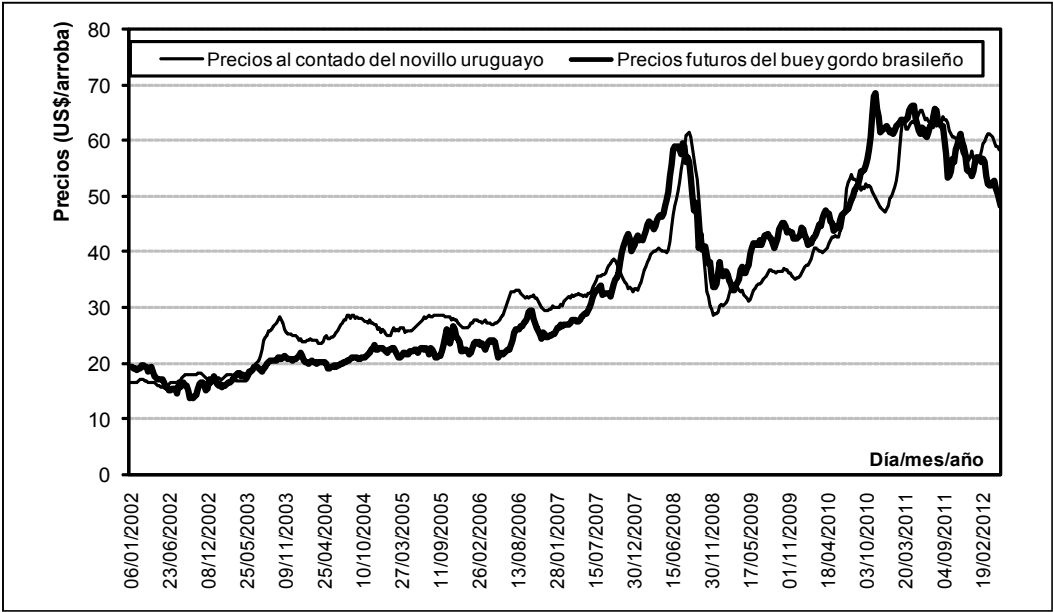
La Figura N° 2 permite también hacer una evaluación preliminar del comportamiento de las series, al tiempo que muestra rastros de asociación y tendencias estocásticas conjuntas entre los precios al contado y futuros. Sin embargo, incluso con los indicios de correlación entre los precios, la realización de pruebas estadísticas es esencial para dar mayor precisión al análisis y conclusión en este sentido.

El análisis de la relación entre las variables inicia con el Cuadro N° 3, donde se muestran las estadísticas descriptivas y la asociación lineal entre las series de precios al contado del novillo uruguayo y los de futuro del buey gordo brasileño en la BM&FBovespa, para el periodo comprendido entre los años de 2002 y 2012. Con base en los resultados de dicho Cuadro se puede asegurar que los precios futuros del buey en la BM&FBovespa y los precios al contado del novillo uruguayo están fuerte y positivamente asociados (con un coeficiente cercano al 94%, con un nivel de significación del 1%).

La estadística descriptiva corrobora los resultados de la asociación entre los precios, que lo que es evidente en la proximidad de las medidas de tendencia central y de dispersión de los precios presentados en el Cuadro N° 3. Por otra parte, a pesar de no ser concluyente en cuanto al movimiento de precios, la correlación de Pearson igual a 0.9397 estimación que indica una posible relación entre las variables estudiadas y como consecuencia sugiere la combinación entre los precios a largo plazo. A continuación en el Cuadro N° 4, puede verse la estadística descriptiva de la base y por lo tanto iniciar el análisis de la relación entre los precios al contado y futuros en la fecha de vencimiento de los contratos.

Entre los años 2002 y 2012, como promedio, los precios del novillo fueron alrededor de

Figura 2
Precios futuros del buey gordo brasileño y precios al contado del novillo uruguayo



Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la investigación

Cuadro 3

Estadísticas descriptivas y asociación lineal entre los precios durante el periodo 2002-2012		
Medida de los precios	Futuros (US\$) buey gordo brasileño	Al contado (US\$) novillo uruguayo
Media	33,9442	34,5980
Mediana	27,4688	31,7100
Máximo	68,3240	65,1900
Mínimo	13,5680	15,7200
Desviación estándar	15,4553	13,5215
Nº de observaciones	540	540
Correlación de Pearson	0,9397*	

(*) Significativo al nivel del 1%

Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la investigación

Cuadro 4

Estadísticas descriptivas porcentuales de la base entre los años 2002 y 2012	
Media	1,5119%
Mediana	2,1456%
Máxima	10,2740%
Mínima	-7,8947%
Riesgo de base	4,6996%
Nº de observaciones	540

Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la investigación

1,52% superiores a los precios futuros del buey gordo en la fecha de vencimiento de los contratos en la BM&FBovespa, de acuerdo con los valores porcentuales de la base media en el Cuadro N° 4. Sin embargo la mediana de la base igual a 2,15 estimada para este periodo revela que es común el fortalecimiento de la base del novillo uruguayo en las fechas de vencimiento de los contratos futuros del buey gordo brasileño.

Por otro lado, el riesgo inicial de 4,70% calculado para el periodo comprendido entre los años 2002 y 2012 muestra una volatilidad moderada de la base. Pero, si se consideran las diferencias entre el novillo uruguayo y el buey gordo brasileño, el riesgo de base puede ser considerado bajo, lo que puede ser comprobado mediante la observación de los resultados obtenidos en los estudios de Fileni *et al.* (1999), Fontes *et al.* (2005) y Barros & Aguiar (2005b) para el café arábigo en las principales regiones productoras del Brasil; e igualmente, por los de Botelho Filho & Souza Júnior (2006) para la soja en el estado de Mato Grosso/Brasil.

La volatilidad de la base presentada en la Figura N° 3 permite verificar los momentos de fortalecimiento y debilitamiento de dicha base,

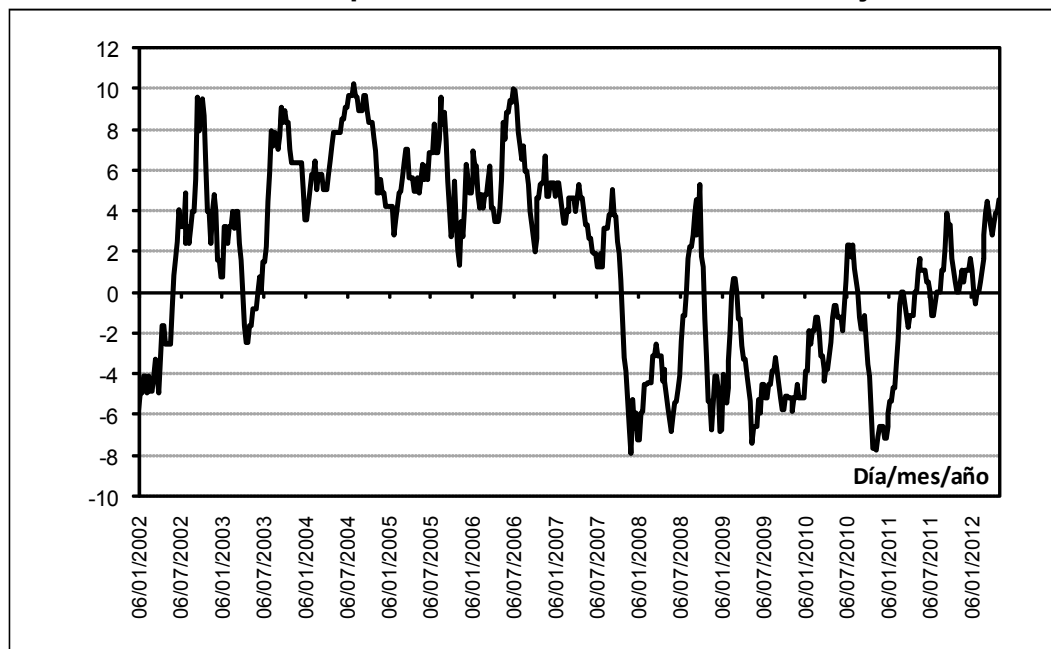
y al mismo tiempo, son consistentes con los resultados de las estadísticas sobre el comportamiento de los precios al contado y futuros entre los años de 2002 y 2012 mostrado en los Cuadros N° 3 y N° 4.

El análisis de la volatilidad que se observa en la Figura N° 3 da cuenta del fortalecimiento de la base entre los años de 2002 y 2007, así como también permite verificar un debilitamiento moderado de la base entre los años de 2008 y 2010. Sin embargo, desde el año de 2011 existe un acercamiento entre los precios al contado y futuro en la fecha de vencimiento de los contratos en la BM&FBovespa, con la consecuente aproximación de nulidad de la base.

Los resultados de las operaciones de *cross hedging* para el novillo uruguayo por la negociación de los contratos de futuros del buey gordo de la BM&FBovespa, provocados por la estrategia de *cross hedging* completa, se muestra en el Cuadro N° 5.

Por la estrategia de *cross hedging* completa, basada en la hipótesis de la expectativa de la teoría clásica de fijación de precios en los futuros, no se puede anular el riesgo de precios en la fecha de vencimiento de los contratos; es decir, la

Figura 3
Volatilidad porcentual de la base entre los años 2002 y 2012



Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la investigación

hipótesis nula es rechazada. La capacidad de mitigación de riesgo por el *cross hedging* completo con contratos futuros del buey gordo brasileño de la BM&FBovespa fue de aproximadamente 78% para el novillo uruguayo.

Por otra parte, no se rechaza la hipótesis alternativa; se verificó la posibilidad de especular sobre la base en situaciones en que la misma se encuentra debilitada o fortalecida. Los resultados de las pruebas empíricas muestran que el retorno medio de la cartera protegida por el *cross hedging* fue de 2,60% como muestra, el Cuadro N° 5.

La maximización del lucro por las operaciones de *cross hedging*, se debe principalmente al fortalecimiento de la base durante el periodo estudiado. Eso se debe por los resultados de la media de la base y del riesgo de base, expuestos en el Cuadro N° 4 e ilustrado en el gráfico de la Figura N° 3. No obstante, el agente que opera en el futuro debe estar atento a las alteraciones en torno a la base, ya que la desviación estándar de los retornos de las operaciones de *cross hedging* para el novillo uruguayo es de aproximadamente 3%, tal y como se muestra en el Cuadro N° 5.

Finalmente, los resultados de la prueba proporcionan indicios de la importancia de los contratos a futuro del buey gordo de la BM&FBovespa en la administración del riesgo y retorno de precios del novillo uruguayo en el mercado al contado. Sin embargo, el rechazo de la hipótesis nula es un indicativo de la importancia de la aplicación de otros modelos de estimación para la razón de *cross hedge*, ya que el cambio de riesgo del precio por el riesgo de base, supone la existencia de una prima. Por lo tanto, esta circunstancia prueba la necesidad de aplicar métodos que permitir el posicionamiento óptimo en el mercado de futuros.

5. CONCLUSIONES

El objetivo de este artículo fue verificar la efectividad de las operaciones de *cross hedging* para el mercado al contado del novillo uruguayo en mercado de futuros del buey gordo en la BM&FBovespa, en relación con el riesgo y retorno. Inicialmente se constató que el movimiento de las series de precios al contado del novillo uruguayo y de futuros del buey gordo brasileño en la BM&FBovespa entre los años de 2002 y 2012 fue muy similar; sin embargo, los precios al contado fueron la mayor parte del tiempo superiores a los precios futuros en la fecha de liquidación de los contratos. Este comportamiento quiere decir que la base generalmente se posicionó como fortalecida, principalmente entre los años de 2002 y 2007. A partir del año 2008 hubo una aproximación significativa entre los precios al contado y a futuro, llegando en diversos momentos a anular el valor de la base en la fecha de vencimiento de los contratos.

Por otro lado, la asociación lineal entre los precios futuros del buey gordo brasileño en la BM&FBovespa y los precios al contado del novillo uruguayo fue fuerte y positiva, estimada en aproximadamente 94%. Estos resultados evidenciaron el rechazo de la hipótesis de la expectativa, pero también demostraron la posibilidad de administrar una parte considerable del riesgo de precios a partir de las operaciones de *cross hedging*. Aunque la administración de los precios de esta estrategia de *cross hedging* no alcanzó lo esperado por la hipótesis de la expectativa de la teoría clásica de precios en futuros con respecto a la nulidad del riesgo, sí resultó en una reducción del riesgo por las operaciones de *cross hedging*, la cual fue de aproximadamente 78% para el novillo uruguayo.

La maximización del lucro se determinó a partir de los rendimientos de la relación de canje

Cuadro 5

Efectividad de cross hedging por la estrategia de cobertura completa	
Efectividad de cross hedging (e_{ch})	77,5526%*
Retorno medio de la cartera (r_h)	2,6030%
Desvío estándar de los retornos de la cartera (s_{rh})	2,9666%

Notas: (*) Rechazada ($H_0: e_{ch} = 1$) y, no rechazada ($H_1: 0 \leq e_{ch} < 1$).

Fuente: elaboración propia, con base en los datos de la investigación

de las incertidumbres de los precios en el mercado al contado por la varianza de la base, relacionada a las operaciones de *cross hedging*. Los resultados demostraron que el rendimiento medio de la cartera protegida alcanzó cerca del 2,60%. A pesar de la reducción significativa de riesgo de precios, el desempeño obtenido por la estrategia de *cross hedging* sugiere la importancia de la búsqueda de una combinación óptima entre el mercado al contado y de futuros.

Con base en los resultados de las pruebas de hipótesis se puede llegar a la conclusión de que el mercado de futuros del buey gordo brasileño de la BM&FBovespa no es eficaz, al punto de anular el riesgo de precios del mercado al contado del novillo uruguayo. Además, la presencia de la prima al riesgo –evidenciada por la volatilidad de las diferencias entre los precios al contado y de futuros– permite la especulación sobre la base y, consecuentemente, la maximización del lucro.

En cuanto a la mitigación del riesgo, los resultados obtenidos en este estudio resultaron inferiores a los encontrados en los estudios sobre la efectividad de *hedging* del buey gordo para las diferentes regiones del Brasil, como los de Bittencourt, Silva & Sáfaci (2006) y Guimaraes (2005). Sin embargo, los rendimientos obtenidos por el *cross hedging* son cercanos a los alcanzados por estas investigaciones.

En comparación con los estudios de *cross hedging* se verificó que la efectividad estimada en este estudio se ubicó en valores cercanos al desempeño registrado en los estudios de Maia & Aguiar (2010), de Martins & Aguiar (2004) y de Silva, Aguiar & Lima (2003) para la soya brasileña y sus derivados con contratos futuros en la CBOT. Por otra parte, el desempeño resultó superior al estimado por Raabe, Staduto & Shikida (2006) para el caso del azúcar brasileño en la Bolsa de Londres (London Stock Exchange, LSE) y en la de Nueva York (New York Board of Trade, NYBOT); y, por Nogueira, Aguiar y Lima (2002), para el café arábigo en la Coffee, Sugar and Cocoa Exchange (CSCE).

Otro rasgo a destacar es la madurez del mercado de futuros del buey gordo brasileño, sumada al crecimiento observado en la participación de los agentes de la cadena productiva de la carne de ganado vacuno. Los contratos a futuro del buey gordo de la BM&FBovespa tienden a ser cada vez más utilizados como instrumentos de

protección contra las fluctuaciones de los precios en el mercado al contado, no solo por agentes que trabajan en el mercado de carne vacuna brasileña, sino también en otros mercados. Ello se aúna además a lo que ya sucede con un volumen significativo de otras mercaderías y *commodities* en otras bolsas, como por ejemplo, con la soya y sus derivados en la CBOT.

Por último se destaca también el gran número de métodos que pueden aplicarse para verificar la relación entre los mercados con características similares, en el sentido de comparar la eficiencia entre los derivados de diferentes bolsas para la mitigación del riesgo de precios de *commodities* agrícolas de países que presenten escasez o falta de disponibilidad de estos instrumentos.

REFERENCIAS

- Adam-Muller, A. F. A. & Nolte, I. (2011). *Cross hedging under multiplicative basis risk*. *Journal of Banking & Finance*, 35(11), 2956-2964. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2011.03.022>.
- Alexander, C. (2005). *Modelos de mercados: um guia para análise de informações financeiras*. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros.
- Alexander, C. & Barbosa, A. (2005). Is minimum variance hedging necessary for equity indexes? A study of hedging and cross-hedging exchange traded funds. *ISMA Centre discussion papers in finance N° 2005-16* (electronic version). Retrieved from <http://ssrn.com/abstract=870750>
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J. & Williams, T. A. (2009). *Estatística aplicada à administração e economia*. 2ª edição. São Paulo: Cengage Learning.
- Anderson, R. W. & Danthine, J. P. (1981). «Cross hedging». *The Journal of Political Economy*, 89(6), 1182-1196.

- Barros, A. M. & Aguiar, D. R. D. (2005a). *Comportamento da base de café arábica nas principais regiões produtoras do Brasil. Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural-SOBER*, Ribeirão Preto, 45, 1-18.
- Barros, A. M. & Aguiar, D. R. D. (2005b). Gestão do risco de preço de café arábica: uma análise por meio do comportamento da base. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 43(3), 443-464. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032005000300003>.
- Baum, C.F. & Barkoulas, J. (1997). Time-varying risk premium in the foreign currency futures basis. *The Journal of Futures Markets*, 16(7), 12-15.
- Bittencourt, W. A., Silva, W. S. & Sáfiadi, T. (2006). Hedge dinâmicos: uma evidência para contratos futuros brasileiros. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 8(1), 71-78.
- Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. (2010). *Investimentos*. 8ª edição. Porto Alegre: Artmed.
- Bolsa de Valores, Mercadorias e Futuros, BM&FBOVESPA (2012). *Contratos agropecuários* (versão eletrônica). Retirado de <http://www.bmfbovespa.com.br/pt-br/a-bmfbovespa/download/Contratos-agropecuar-ios.pdf>
- Bond, G. E., Thompson, S. R., Geldard, J. M. (1985). Basis risk and hedging strategies for Australian wheat exports. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 29(3), 199-209. doi: 10.1111/j.1467-8489.1985.tb00444.x.
- Botelho Filho, F. B. & Souza Júnior, G. M. (2006). O risco de base para a soja em Sinop e Lucas, Mato Grosso. *Revista de Política Agrícola*, 4, 85-97.
- Brooks, C., Davies, R. J. & Kin, S. S. (2004). Reducing basis risk for stocks by cross hedging with matched futures *ISMA Centre Discussion Papers in Finance DP2004-16* (electronic version). Retrieved from <http://www.icmacentre.ac.uk/pdf/discussion/DP2004-16.pdf>
- Brooks, C., Davies, R. J. & Kin, S. S. (2007). *Cross hedging With Single Stock Futures. Assurances et Gestion des Risques*, 74(4), 473-504. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.614004>.
- Brooks, C., Henri, O. T. & Persaud, G. (2002). The effect of asymmetries on optimal hedge ratios. *The Journal of Business*, 75(2), 333-352.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, CEPEA (2011). *PIB do agronegócio brasileiro* (versão eletrônica). Retirado de <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, CEPEA (2012). *Indicador do boi gordo*. Retirado de <http://www.cepea.esalq.usp.br/boi/>
- Chiodi, L., Geraldini Júnior, E. A., Marques, P. V. & Martines-Filho, J. G. (2005). Análise da efetividade de hedging com os contratos futuros de soja na BM&F e CBOT. *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural-SOBER*, Ribeirão Preto, 43, 1-12.
- Comiso, M. G. (2007). Factibilidad de un mercado de futuros y opciones de ganado bovino para faena en Argentina. (Tese inédita de Economia). Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.
- Dopchiz, M. Y. (2008). *La implementación de un mercado de futuros en el sector ganadero argentino*. (Tesis inédita de Economía). Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.
- Ederington, L. H. (1979). The hedging performance of the new futures markets. *The Journal of Finance*, 34(1), 157-170. doi: 10.1111/j.1540-6261.1979.tb02077.x.
- Fileni, D. H., Marques, P. V. & Machado, H. M. (1999). O risco de base e a efetividade do hedge para o agronegócio do café em Minas Gerais. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, 1(1), 42-50.

- Fontes, R. E., Castro Júnior, L. G. & Azevedo, A. F. (2005). Estratégia de comercialização em mercados derivativos: descobrimento de base e risco de base da cafeicultura em diversas localidades de Minas Gerais e São Paulo. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, 29(2), 382-389.
- Futures Industry Institute (2002). *Curso de futuros e opções*. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros.
- Garcia, P. & Sanders, D. R. (1996). Ex ante basis risk on the live hog futures contract: has hedger's risk increased? *The Journal of Futures Markets*, 16(4), 421-440.
- Georgiou, C. (2011). Las expectativas racionales. En Marron, D. (Org.), *50 teorías económicas: sugerentes y desafiantes*. Barcelona: Blume.
- Gomes, F. C. (1987). Determinação da razão de hedge: um estudo sobre as teorias de hedging. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, 27(4), 38-44. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-75901987000400006>.
- Gonçalves, D. F., Francischini, A. A., Alves, A. F. & Parré, J. L. (2007). Análise de co-integração, causalidade e efetividade do hedge para os preços à vista e futuro do contrato de boi gordo para a região noroeste do Paraná. *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural- SOBER*, Ribeirão Preto, 45, 1-16.
- Guimarães, R. L. (2005). *Razão ótima de hedge em função do horizonte de hedge e da periodicidade dos dados: uma aplicação no mercado de boi gordo brasileiro*. (Tese de Mestrado em Finanças e Economia Empresarial). Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil.
- Gutiérrez, G. & Caputi, P. (2003). Análisis de la volatilidad de los precios del ganado bovino en Uruguay: implicancias para la implementación de un mercado de futuros y opciones. *Agrociencia*, 8(1), 61-67.
- Howard, C. T. & D'Antonio, L. J. (1984). A risk-return measure of hedging effectiveness. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 19(1), 101-112. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/2331004>.
- Hull, J. C. (2003). *Opções, futuros e outros derivativos*. 3ª edição. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros.
- Hull, J. C. (2005). *Fundamentos dos mercados futuros e de opções*. 4ª edição. São Paulo: Bolsa de Mercadorias e Futuros.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2011). *Censo agropecuário* (versão eletrônica). Retirado de <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm>
- Instituto Nacional de Carnes, INAC (2011). *Biblioteca* (versión electrónica). Retirado de: INAC, http://www.inac.gub.uy/innovanet/macros/Home_2_4P.jsp?contentid=31T9&version=1&channelid=1
- Johnson, L. L. (1960). The theory of hedging and speculation in commodity futures. *The Review of Economic Studies*, 27(3), 139-151.
- Kavussanos, M. G. & Nomikos N. (2000). Constant vs. time-varying hedge ratios and hedging efficiency in the BIFFEX market. *Transportation Research Part E*, 36(4), 229-248. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S1366-5545\(99\)00029-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1366-5545(99)00029-0).
- Lakatos, E. M. & Marconi, M. A. (2001). *Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos*. 5ª edição. São Paulo: Atlas.
- Leuthold, R. M., Junkus, J. C. & Cordier, J. E. (1989). *The theory and practice of futures markets*. Massachusetts: Lexington Books.
- Liu, S. M., Brorsen, B. W. & Oellermann, C. M. (1994). Forecasting the nearby basis of live cattle. *The Journal of Futures Markets*, 14(3), 259-273. doi: [10.1002/fut.3990140303](http://dx.doi.org/10.1002/fut.3990140303).
- Maia, F. N. C. S & Aguiar, D. R. D. E. (2010). Estratégias de hedge com os contratos futuros de soja da Chicago Board of Trade. *Gestão & Produção*, 17(3), 617-626.

- Martin, L., Groenewegen, J. L. & Pidgeon, E. (1980). Factors affecting corn basis in southwestern Ontario. *American Journal of Agricultural Economics*, 62, 107-112. doi: 10.2307/1239477.
- Martins, A. G. & Aguiar, D. R. D. (2004). Efetividade do hedge de soja em grão com contratos futuros de diferentes vencimentos na Chicago Board of Trade. *Revista de Economia e Agronegócio*, 2(4), 449-472.
- Martins, G. A. (2002). *Manual para elaboração de monografias e dissertações*. 3ª edição. São Paulo: Atlas.
- McMillan, D. (2005). Time-varying hedge ratios for non-ferrous metals prices. *Resources Policy*, 30(3), 186-193. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2005.08.004>.
- Medeiros, J. B. (2008). *Redação científica: a prática de fichamentos, resumos, resenhas*. 10ª edição. São Paulo: Atlas.
- Mendonça, A. A. (2011). *Hedge para empresas: uma abordagem prática*. Rio de Janeiro: Campus.
- Milonas, N. T. (1986). Price variability and the maturity effect in futures markets. *The Journal of Futures Markets*, 6(3), 443-460. doi: 10.1002/fut.3990060309.
- Netz, J. S. (1996). An empirical test of the effect of basis risk on cash market positions. *The Journal of Futures Markets*, 16(3), 289-311.
- Nogueira, F. T. P., Aguiar, D. R. D. & Lima, J. E. (2002). Efetividade do hedge no mercado brasileiro de café arábica. *Resenha BM&F*, 1, 78-88.
- Paroush, J. & Wolf, A. (1989). Production and hedging decisions in the presence of basis risk. *The Journal of Futures Markets*, 9(6), 547-563. doi: 10.1002/fut.3990090608
- Perobelli, F. S. (2005). As relações entre o preço à vista e futuro: evidências para o mercado de boi gordo no Brasil. *Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural-SOBER*, Ribeirão Preto, 43, 1-19.
- Purcell, W. D. (1991). *Agricultural futures and options, principles and strategies*. New York: MacMillan.
- Raabe, J. P., Staduto, J. A. R. & Shikida, P. F. A. (2006). A efetividade de hedge do mercado futuro de açúcar nos mercados de Nova York, Londres e da BM&F. *Revista de Economia e Administração*, 5(3), 338-357.
- Rochelle, T. C. P. (1997). *O contrato futuro de boi gordo: uma análise do impacto da introdução da liquidação financeira sobre o risco de base*. (Tese de mestrado em economia). Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.
- Roesch, S. M. A. (2005). *Projetos de estágio e de pesquisa em administração: Guia para Estágios, Trabalhos de Conclusão, Dissertações e Estudos de Caso*. 3ª edição. São Paulo: Atlas.
- Silva, A. R. O., Aguiar, D. R. D., Lima, J. E. (2003). A efetividade do hedge e do cross-hedge de contratos futuros para soja e derivados. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 41(2), 383-406.
- Stein, J. L. (1961). The simultaneous determination of spot and futures prices. *The American Economic Review*, 51(5), 1012-1025.
- Tonin, J. M., Braga, M. J. & Coelho, A. B. (2009). Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá – Paraná. *Revista de Economia*, 35(31), 115-140.
- Torino, G. N. T. (2011). *La producción y comercialización de carne a pasto: una ventaja de diferenciación* (versión electrónica). Retirado de http://www.insercionagricola.org.ar/uploads/carne_a_pasto_toranzos_torino.pdf
- United States Department of Agriculture, USDA (2011). *Data and statistics* (electronic version). Retrieved from http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?navid=DATA_STATISTICS&navtype=RT&parentnav=AGRIBUSI_COOP

- Working, H. (1953a.) Futures trading and hedging. *The American Economic Review*, 43(3), 314-343.
- Working, H. (1953b). Hedging reconsidered. *Journal of Farm Economics*, 35(4), 544-561. doi: 10.2307/1233368.
- Working, H. (1953c). Price supports and the effectiveness of hedging. *Journal of Farm economics*, 35(5), 811-818. doi: 10.2307/1233272.
- Working, H. (1962). New concepts concerning futures markets and prices. *The American Economic Review*, 52(3), 431-459.
- Zanotti, G., Gabbi, G. & Geranio, M. (2010). Hedging with futures: efficacy of GARCH correlation models to European electricity markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 20, 135-148.