

EL RATIO DE COBERTURA Y EL RIESGO DE PRECIO

Aplicaciones en futuros de trigo

Gastón S. Milanesi
Claudio Miliozzi
Juan I. Esandi

Universidad Nacional del Sur

SUMARIO: 1. Administración del riesgo: concepto, áreas de riesgo y las coberturas como herramienta; 2. El ratio de cobertura; 3. El precio futuro en las mercancías y los rendimientos de posesión; 4. Estimando la cobertura óptima: El futuro sobre trigo en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires; 5. Conclusiones.

Para comentarios: milanesi@uns.edu.ar

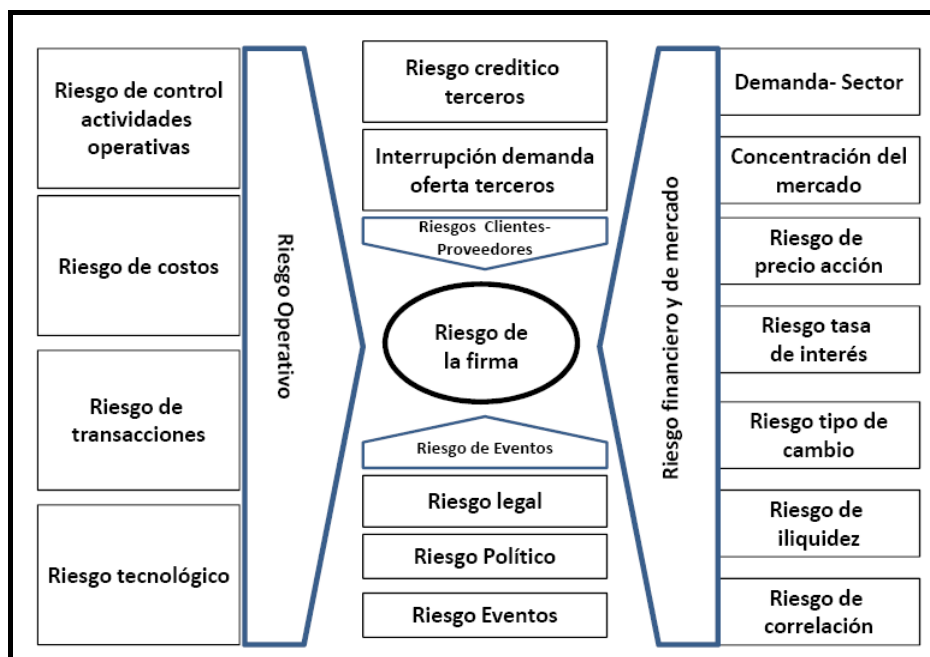
1. Administración del riesgo: concepto, áreas de riesgo y las coberturas como herramienta

La administración del riesgo (*risk management*) es un proceso estratégico y táctico de evaluación y gerenciamiento de las fuentes de incertidumbre a las cuales se encuentra expuesta la firma (Clarke y Varma, 1999). Reconoce sus cimientos en un conjunto de disciplinas como la investigación operativa, planeamiento estratégico, análisis mediante opciones reales, derivados financieros, entre otros.

El proceso de administración del riesgo debe concebirse como un análisis integrado de la visión estratégica de la exposición a la incertidumbre. Comienza con identificación, pasando por la cuantificación consistente y la determinación del vínculo entre riesgo y rendimientos. A partir de allí se direccionan las decisiones de inversión y financiamiento de manera estática, dinámica y capturando la flexibilidad estratégica de la firma. El primer paso del proceso de administración del riesgo consiste en identificar los sectores de una empresa expuestos a la incertidumbre. En la ilustración 1 se presentan las diferentes áreas de riesgo de la empresa.

Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación con acreditación externa: “*Concebir y desarrollar un manual integral de evaluación económico-financiera de proyectos de inversión en activos reales*”. El Grupo de Investigación está integrado por: Gastón Milanesi (director), Juan I. Esandi, Anahí Briozzo, Gabriela Pesce, Ignacio Vicente y Carlos Ferreira. El presente trabajo fue totalmente financiado por la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina.

Ilustración 1. Mapa de la exposición al riesgo de una empresa



Uno de las más comunes y principales fuentes de incertidumbre es el riesgo de precio del producto o insumo. Para su cobertura se debe administrar el uso de los instrumentos financieros disponibles en el gerenciamiento del riesgo de precio. Para ello se deben cumplir las siguientes etapas:

1. Identificar las características del mercado de productos-insumos
2. Identificar la disponibilidad de derivados financieros para realizar la cobertura
3. Determinación de la cobertura perfecta.

La tercera etapa es fundamental en el éxito del gerenciamiento del riesgo. La estimación de la cobertura permite definir la cantidad de instrumentos derivados necesarios para cubrir la posición. El trabajo se centrará en desarrollar el ratio de cobertura como herramienta para la administración del riesgo. Para ello se derivará su formulación, definirá los insumos para su estimación y conceptualizará la valuación de derivados con rendimientos de posesión. Se ilustrará su uso mediante la determinación del ratio de cobertura para una posición larga en futuro de trigo disponible en el mercado financiero local. Adicionalmente se analizará el comportamiento e interrelaciones de la serie de tiempo mensual compuesta por las variables que emergen de la valuación del futuro y cálculo de la cobertura: precio futuro, precio contado, base, tipo sin riesgo, rendimiento de conveniencia y tasa de convergencia observadas durante el periodo enero 2008 a junio 2010.

2. El ratio de cobertura

Conforme fue expuesto, uno de los principales instrumentos empleado en la administración del riesgo de precio son los ratios de cobertura. Su construcción depende de la existencia de un derivado financiero (F), volatilidad precio del subyacente (σ_s), volatilidad precio derivado (σ_f) y correlación entre la serie de precios derivado-subyacente ($\rho_{s,f}$). Para derivar la ecuación no se debe perder de vista el objetivo de la herramienta. Este consiste en reducir la exposición a la

incertidumbre empleando instrumentos financieros disponibles en el mercado para la construcción de coberturas.

Supóngase que se pretende cubrir el riesgo de precio de venta P_I al que la firma se expone en el momento $t=I$. Hoy se conoce el precio contado P_0 , la existencia de un derivado financiero (contrato a futuro) con un precio en t_0 de F_0 y un precio en t_I de F_I . La ganancia π (por unidad de producción) se escribe de la siguiente manera

$$\text{Ec 1} \quad \pi = (P_I - P_0) - h(F_I - F_0)$$

En la ecuación 1 se tienen las siguientes variables: el flujo de fondos actual P_0 ; P_I el flujo de fondos incierto (el riesgo al que se expone la firma y pretende cubrir), h ratio de cobertura y F_0 el instrumento a emplear para construir la cobertura.

El ratio de cobertura (h) representa el número de contratos futuros necesarios para realizar la cobertura. El objetivo es resolver la ecuación en función a h . Primero se debe definir el valor esperado y la varianza de la ecuación 1,

$$\text{Ec 2} \quad E(\pi) = [E(P_I) - P_0] - h[E(F_I) - F_0]$$

$$\text{Ec 3} \quad VAR(\pi) = VAR(P) - 2\rho h\sigma_s\sigma_f + h^2VAR(F)$$

La ecuación 3, $VAR(\cdot)$ representa la varianza, ρ es el coeficiente de correlación entre el flujo y el derivado (dos variables aleatorias) y $\sigma(\cdot)$ es el desvío de las variables en juego. Para minimizar la varianza de la corriente de ingreso se debe calcular la derivada de la ecuación 3 igualando a cero (puesto que el objetivo es anular la volatilidad), en función de h . Luego resolver para obtener la cantidad de cobertura h a través del derivado,

$$\text{Ec 4} \quad \frac{dVAR(\pi)}{dh} = -2\rho h\sigma_s\sigma_f + 2h\sigma_f^2 = 0$$

$$\text{Ec 5} \quad h^* = \frac{\rho\sigma_s}{\sigma_f}$$

En la ecuación 5 se obtiene el ratio de cobertura (h^*). En ella σ_s es la volatilidad precio, σ_f volatilidad futuro y ρ correlación precio-futuro. Alternativamente se la interpreta como el cociente entre la covarianza de los flujos y el instrumento derivado dividida la varianza del futuro¹. En síntesis, la cantidad de derivados para realizar una cobertura depende: volatilidad precio, volatilidad derivado y correlación precio y derivado. Sustituyendo el ratio óptimo de cobertura (ecuación 5) en la estimación de la varianza (ecuación 3), se observa que la combinación de mínima varianza $\sigma(\pi)$ correspondiente a la cartera formada por el precio y el derivado es función de r^2 (coeficiente de explicación):

$$\text{Ec 6} \quad VAR^*(\pi) = VAR(P) - 2rh^*\sigma_p\sigma_f + h^2VAR(F)$$

¹ A ρ se lo sustituye por su expresión ($cov(1,2)/\sigma_1\sigma_2$);

$$h^* = \frac{r\sigma_p}{\sigma_f}; \frac{\frac{Cov(p,f)}{\sigma_p\sigma_f}\sigma_p}{\sigma_f}; \frac{Cov(p,f)}{\sigma_f^2}$$

$$\text{Ec 7} \quad \text{VAR}^*(\pi) = \sigma_p^2 - 2 \left(\frac{r\sigma_p}{\sigma_f} \right) \sigma_p \sigma_f + \left(\frac{r^2 \sigma_p^2}{\sigma_f^2} \right) \sigma_f^2$$

$$\text{Ec 8} \quad = \sigma_p^2 - 2r^2 \sigma_p^2 + r^2 \sigma_p^2$$

$$\text{Ec 9} \quad = \sigma_p^2 - r^2 \sigma_p^2 = +\sigma_p^2 (1 - r^2)$$

$$\text{Ec 10} \quad \sigma^*(\pi) = \sigma_p \sqrt{1 - r^2}$$

En la ecuación 10 se puede apreciar que a medida que r^2 tienda a un valor cercano a 1, menor es el riesgo. El máximo valor que puede asumir el coeficiente es 1 (variable independiente explica la totalidad del movimiento). Similares comentarios merece el comportamiento de ρ^2 .

3. El precio futuro en las mercancías y los rendimientos de posesión.

Los activos financieros que no pagan dividendos solamente devengan ingresos producto de las ganancias de capital generadas por el incremento del precio contado de mercado. Por ejemplo el precio futuro del oro, por lo general es cercano a su precio contado más el tipo sin riesgo al vencimiento del contrato. El comportamiento del precio futuro del oro se asimila un activo financiero que no paga dividendos, debido a que la ganancia de una de este tipo de activos proviene exclusivamente de la apreciación de su capital. Por el contrario si el activo financiero paga dividendos, su precio futuro se reduce en un monto equivalente al valor presente de los dividendos a percibir, comprendidos entre el momento de adquisición de la posición (compra del futuro) y la fecha de expiración del contrato (ejercicio).

En el caso de los *commodities* la estimación de su precio futuro puede equipararse con las acciones que pagan dividendos. La razón de tal aseveración reside en la existencia de beneficios y costos derivados de la tenencia del subyacente más la potencial apreciación del bien, durante la vida del contrato futuro. Al tomar una posición larga en un futuro el rendimiento implícito es la diferencia entre el ahorro de oportunidad de no poseer almacenar el producto, menos costos de oportunidad de los rendimientos de posesión perdidos;

$$\text{Ec 11} \quad s = VA(CA) - VA(RP)$$

Donde s representa la tasa de conveniencia; $VA(CA)$ representa el valor actual de los costos de almacenamiento y $VA(RP)$ representa el valor actual de los rendimientos de posesión³. Cuando los rendimientos de conveniencia suponen valores negativos implica que los costos de oportunidad son superiores al ahorro de oportunidad. La ecuación queda expresada de la siguiente manera;

$$\text{Ec 12} \quad F = S \times [1 + r + (ca - rp)]$$

En la ecuación F representa el precio del futuro, S el precio contado y r el tipo sin riesgo, ca costo de almacenamiento y rp los rendimientos de posesión. Otra forma de plantear la ecuación es la siguiente;

² Otra forma de expresa el coeficiente de correlación es $\rho = \sqrt{r^2}$

³ Se deben comparar los flujos de invertir hoy versus invertir en el futuro. Si se compra hoy, se paga el precio contado, se deben enfrentar los costos de almacenamiento pero se reciben los rendimientos de posesión. Si compro el futuro, se paga el precio futuro pero se genera un ahorro de costos de almacenamiento y pérdida de rendimientos de posesión.

$$\text{Ec 13} \quad \frac{F}{(1+r)} = S \times [VA(CA) - VA(RP)]$$

En términos de rendimientos implícitos la ecuación queda planteada de la siguiente manera;⁴

$$\text{Ec 14} \quad s = \frac{F - S}{S} - r$$

Ahorros y costos de oportunidad tienden a incrementar (reducir) el precio del futuro. A mayores rendimientos derivados de la posesión de la mercancía menor precio el futuro, por el contrario a mayores ahorros de costos de inventario más atractiva se torna la tenencia del derivado, *ceteris paribus* las restantes variables.

4. Estimando la cobertura óptima: El futuro sobre trigo en la Bolsa de Cereales de Buenos Aires

A continuación se estimara el ratio de cobertura para una posición en trigo futuro al mes de enero. Se asumen diferentes horizontes de tenencia de la posición larga en el futuro, comenzando con una posición de $n = 12$ meses reduciéndose paulatinamente a medida que pasa el tiempo. Por ejemplo, un contrato comprado en enero del 2009 sobre un futuro enero 2010 es una posición de $n = 12$ meses; un contrato comprado en julio 2009 sobre futuro enero 2010 es una posición $n = 6$ meses. Las estimaciones del riesgo de base; la suma algebraica de la tasa libre de riesgo y el rendimiento por conveniencia y los rendimientos de conveniencia implícitos se encuentran proporcionados a los horizontes de tenencia.

Las fuentes de relacionadas a los precios *spot* y precios futuros fueron obtenidas de las bases correspondientes a la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Se tomo la posición de pizarra Trigo disponible en dólares y Trigo BA 01/08; Trigo BA 01/09 y Trigo BA 01/10. Las posiciones son el promedio aritmético mensual de los valores diarios correspondientes a los contratos indicados correspondientes a los meses de enero a diciembre años 2008, 2009 y enero a junio año 2010. Para obtener el precio promedio mensual, se calculo la media aritmética de los precios diarios publicados para cada intervalo de tiempo,

$$\text{Ec 15} \quad \mu = \frac{\sum_{d=1}^m x_d}{m}$$

La variable x asume el valor de precio contado o precio futuro, m representa la cantidad de días del mes.

En Anexo, tablas 1 y 2, se presentan los valores correspondientes a la serie de precios mensuales observados; contados, futuros, sus medias, varianzas y desvíos. El tipo sin riesgo se asilo representado por el rendimiento correspondiente a los bonos a 10 años del Tesoro de Estados Unidos sin indexación por inflación. Las series fueron obtenidas de las series estadísticas de la Reserva Federal de Estados Unidos desde diciembre del 2007 a junio del 2010. Las tasas están expresadas en tanto por ciento efectivo anuales (Anexo Tabla 3). A los efectos de adecuarla a los horizontes de tenencias se calcularon las tasas equivalentes diarias y se determino la tasa efectiva continua para el periodo de tenencia⁵;

⁴ $F = S \times (1 + r + s)$; $F = S + Sr + Ss$; $F - S = S(r + s)$ y finalmente $\left[\frac{(F - S)}{S} \right] - r = s$

⁵ Se supone un proceso de capitalización mensual.

$$\text{Ec 16} \quad r = e^{\left\{1 + \left[(1+r_a)^{1/da} - 1\right]\right\} \times (n \times p)} - 1$$

Donde r representa el tipo sin riesgo proporcionado al periodo; r_a el tipo sin riesgo efectivo anual; da la cantidad de días en el año; n el lapso de tiempo hasta el vencimiento del futuro, p el número de mes en el cuál se toma la posición.

Para estimar el ratio de cobertura h^* previamente se estimaron los coeficientes de correlación ρ ; el coeficiente de terminación; r^2 ; la volatilidad precio *spot* σ_s y la volatilidad precio futuro σ_f . Para ello se emplearon las series observadas de precios promedio contado y futuro (Ver Anexo tablas 2 y 3).

Se obtuvo un desvío de \$36,49 del precio contado sobre una media \$162,67, es decir una volatilidad anual del 22,51% y un desvío de \$28,31 del precio futuro sobre una media de \$160,67 es decir 17,62%. El coeficiente de correlación entre ambas variables aleatorias, producto de la estimación asciende a 0.93, siendo el coeficiente de determinación 0.88. Se puede apreciar el alto grado de correlación positiva y explicación de la variable derivado financiero (precio del futuro) sobre el precio contado.

Una vez que son estimados los insumos se obtiene el ratio de cobertura mediante la siguiente expresión;

$$\text{Ec 17} \quad h^* = \frac{\rho \times \sigma_s}{\sigma_f} = \frac{0,93 \times \$36,49}{\$28,31} = 1,21$$

Para realizar una perfecta cobertura se deben comprar 1,21 unidades del contrato futuro. Con esto el riesgo del precio sobre trigo se reduce de \$36,49 a \$11,54, es decir una reducción en la volatilidad de \$24,95 o del 68,38%.

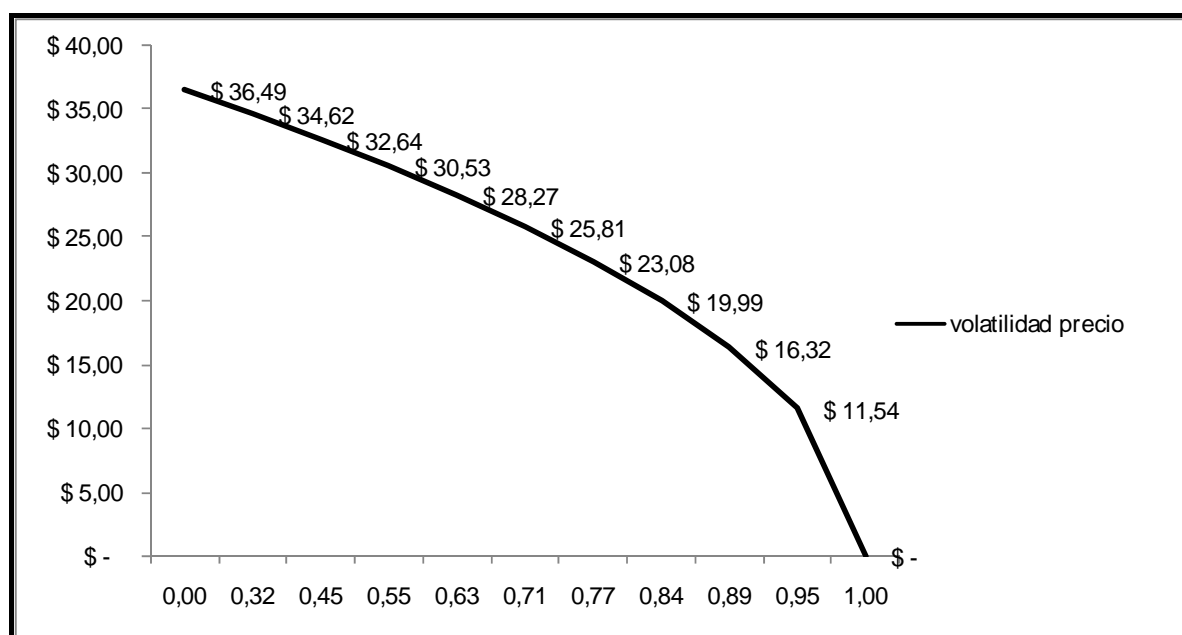
Conforme fue explicado el ratio de cobertura es función creciente del coeficiente de correlación de variables aleatorias, a mayor correlación más efectiva la cobertura. De hecho en la tabla se puede apreciar que en el supuesto de independencia de variables ($\rho=0$), la cobertura es nula y el riesgo del precio contado se mantiene. Con correlación positiva perfecta ($\rho=1$), la volatilidad precio se reduce a cero. En la tabla se sensibilizan los diferentes valores que puede asumir el ratio de cobertura en función al coeficiente de correlación de las variables aleatorias y el impacto en la volatilidad precio.

Cuadro 1. Variables para la confección de la cobertura:
 r^2 (coeficiente de determinación); σ_f (volatilidad futuro); σ_s (volatilidad precio), ρ (coeficiente de correlación) y h^+ cobertura

r^2	$(1-r^2)^{1/2}$	δp	h^*	ρ	δp	\$ 36,49
0,00	1,00	\$ 36,49	0,00	0,00	δf	\$ 28,31
0,10	0,95	\$ 34,62	0,41	0,32	r^2	0,881263017
0,20	0,89	\$ 32,64	0,58	0,45	$(1-r^2)^{1/2}$	0,34
0,30	0,84	\$ 30,53	0,71	0,55	ρ	0,938756101
0,40	0,77	\$ 28,27	0,82	0,63	h^*	1,21
0,50	0,71	\$ 25,81	0,91	0,71	δp	22,51%
0,60	0,63	\$ 23,08	1,00	0,77	δf	17,62%
0,70	0,55	\$ 19,99	1,08	0,84	Reducción \$	\$ 24,95
0,80	0,45	\$ 16,32	1,15	0,89	Reducción %	68,38%
0,90	0,32	\$ 11,54	1,22	0,95		
1,00	0,00	\$ -	1,29	1,00		

Gráficamente queda expuesto en la ilustración 2.

Ilustración 2. Sensibilidad y reducción de la volatilidad ante diferentes correlaciones precio-futuro.



A continuación se presenta la evolución observada de los siguientes indicadores. La evolución de la base del contrato es la diferencia entre el precio futuro menos el contado para la serie de datos

$$\text{Ec 18} \quad B_t = F_t - S_t$$

El factor de convergencia entre el precio futuro y el contado cuando existen rendimientos por tenencia se expresa a continuación,

$$\text{Ec 19} \quad \frac{F}{S} = \frac{(1+r)}{(1+s)}$$

El factor de capitalización del precio contado con rendimientos por conveniencia es;

$$\text{Ec 20} \quad \frac{F-S}{S} = r + s$$

El rendimiento de conveniencia es determinando implícito a través de la siguiente ecuación,

$$\text{Ec 21} \quad s = \frac{F-S}{S} - r$$

Los resultados correspondientes a las 36 observaciones mensuales en la tabla 4 del anexo, la columna 1 corresponde al comportamiento de la base, la columna 2 y 3 se expone el factor de convergencia y el rendimiento de convergencia. Finalmente en la columna 5 los rendimientos de conveniencia. Con el fin de realizar una descripción del comportamiento observado de las series de valores y a los efectos de establecer comportamientos causales se presentan los siguientes cuadros. El primero expone medidas de posición como la media de la serie y de dispersión, desvío y coeficiente de variación. El segundo presenta la matriz de correlación entre las variables: base; factor de convergencia, tasa de convergencia, tipo sin riesgo y rendimiento de convergencia.

Cuadro 2. Variables de posición y dispersión

Base (CIM); Coeficiente de convergencia (F/S); tasa de convergencia (r+s);
tipo sin riesgo (r) y rendimiento de conveniencia (s), 01/01/2008 al 30/06/2010

Variables	(1) CIM=F-S	(2) $F/S = (1+r)/(1+s)$	(4) $(F-S)/S = r+s$	(5) r	(6) $s = [(F-S)/S] - r$
μ	-\$1,48	1,002272659	0,2273%	1,793%	-1,566%
σ	\$13,91	0,082571817	8,257%	1,041%	8,073%
CV	-9,43	0,08	36,33	0,58	-5,16

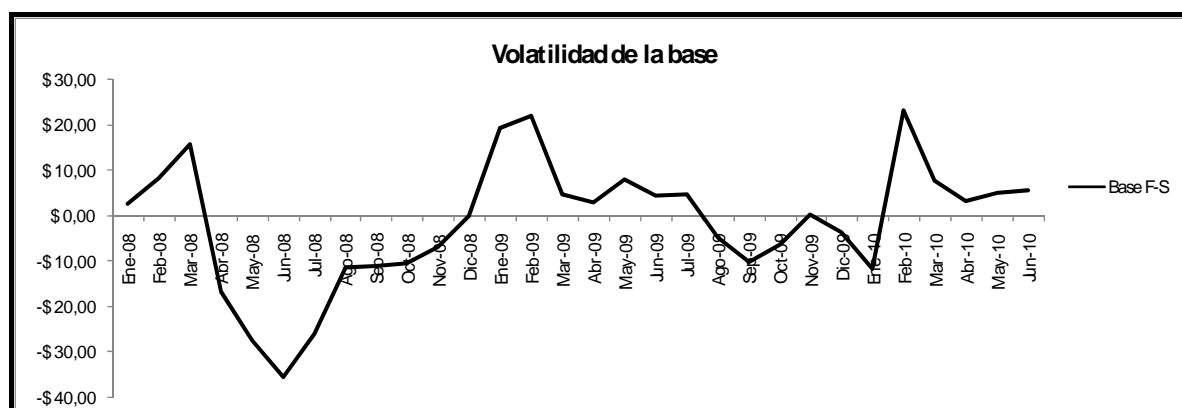
Cuadro 3. Matriz de correlación y otras variables

Base (B); Coeficiente de convergencia (F/S); tasa de convergencia (r+s); tipo
sin riesgo (r) y rendimiento de conveniencia (s), 01/01/2008 al 30/06/2010

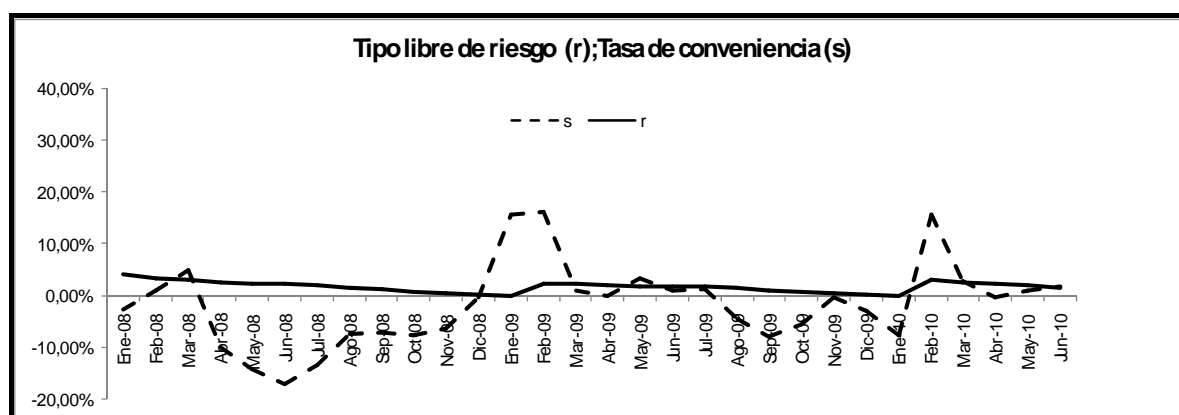
$\rho(B,x)$	1,000	0,966	0,966	0,180	0,965
$\rho(f/s,x)$	0,966	1,000	1,000	0,239	0,992
$\rho(r+s,x)$	0,966	1,000	1,000	0,239	0,992
$\rho(r,x)$	0,180	0,239	0,239	1,000	0,115
$\rho(s,x)$	0,965	0,992	0,992	0,115	1,000

La volatilidad del instrumento emerge del rendimiento de conveniencia (s) en función al mayor coeficiente de variación presentado. En la matriz de correlación se refuerza lo expuesto debido a que el coeficiente de correlación del rendimiento de posesión versus la base, factor de convergencia y tasa de convergencia es de 0,96; 0,99 y 0,992 respectivamente. En el caso del tipo libre de riesgo la correlación es de 0,115.

Por ende se puede inferir que la variable de ajuste de los precios futuros surge de la evolución de los ahorros y costos de oportunidad derivados de poseer el activo. En el cuadro y en la tabla 4 del anexo se aprecia que s toma un valor promedio negativo de -1,5% y el tipo sin riesgo de 1,79% promedio. En la mayoría de las observaciones de la serie, los rendimientos de posesión del cereal superan a los costos de almacenaje. Además la convergencia es solamente del 0,22% promedio (1,79% (r) - (-1,5%) (s)). En síntesis la diferencia promedio entre el precio futuro y el precio contado emerge del tipo sin riesgo, atenuada por los costos de oportunidad de no poseer la mercancía. La volatilidad de la base es producto de la variabilidad de la tasa de conveniencia s . A continuación se presentan los gráficos correspondientes a las series de tiempo de la Base y el comportamiento del tipo sin riesgo y tasa de conveniencia.

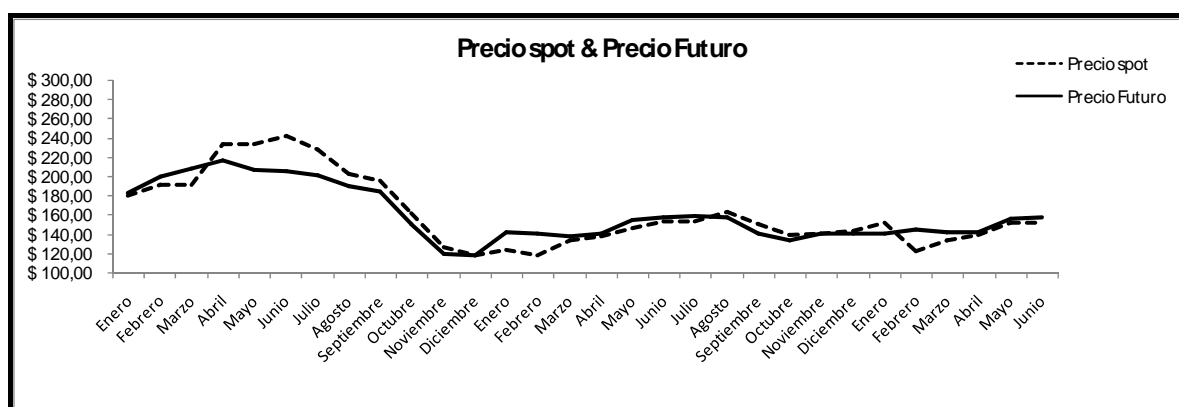
Ilustración 3. Evolución de la base 01/01/2008 al 30/06/2010

**Ilustración 4. Evolución del tipo sin riesgo (r) y tasa de conveniencia (s)
01/01/2008 al 30/06/2010**



En los gráficos precedentes y en la tabla del anexo se puede apreciar que en estos periodos la tasa de conveniencia (s) es mayor al tipo sin riesgo (r) y el futuro menor al *spot*. Se presenta el gráfico de la serie de tiempo correspondiente al precio contado y futuro. A medida que se acerca el vencimiento del contrato ambos precios convergen, sin perjuicio de la fuerte incidencia de los rendimientos de posesión y costos de almacenaje en precios.

**Ilustración 5. Evolución Precio Spot y Precio Futuro Trigo Bolsa de Cereales
de Buenos Aires 01/01/2008 al 30/06/2010**



5. Conclusión

La administración del riesgo es una práctica dinámica indispensable en la gestión empresarial. Es un proceso donde se debe identificar: fuentes de incertidumbre, riesgos de la empresa, activos financieros disponibles, la matriz de volatilidad y sus correlaciones; con el fin de estimar la cobertura de riesgos. Para ello se debe estimar el ratio de cobertura. Este indicará la cantidad de instrumentos financieros a utilizar para reducir o anular el riesgo de la posición. El ratio es función de la volatilidad del activo, la volatilidad del derivado y la correlación entre ellos. La cuantía en la reducción es directamente proporcional al valor de los coeficientes de determinación y correlación. En el caso analizado se construyó una cobertura para morigerar los niveles de riesgo de precio en un *commodities*. Se debe considerar la tasa de conveniencia (s) con corre-

lación positiva con la base y el precio del derivado. Las series estudiadas demuestran convergencias de precios contados-futuros y volatilidad generada por los rendimientos de posesión y los costos de almacenamiento.

REFERENCIAS

- CHATEERJEE, S; LUBATKIN, M & SCHULZE, W (1999): *Toward a Strategic Theory of Risk Premium: Moving Beyond CAPM*. Academic of Management Review, Vol 24, 3, 556-567.
- CLARK, C & VARMA, S (1999): *Strategic Risk Management: New Competitive Edge*. Long Range Planning Vol. 32, 4, 414-424.
- COPELAND, T E.; WESTON, J. F & SHASTRI, K (2005): *Financial Theory and Corporate Policy*. Pearson-Addison Wesley, Boston.
- FROOT, K; SCHARFSTEIN, D; & STEIN, J (1994): *A framework for risk management*, Harvard Business Review, 72, pp 91-98
- MILLER, K, & BROMILEY, P (1990): *Strategic Risk and Corporate Performance: An Analysis of Alternative Risk Measures*. Academic of Management Journal Vol.13, 4, 756-779.
- SMITH, R (1996): *Rethinking risk management*, Journal of Applied Corporate Finance, fall, pp. 8-24
- TITMAN S & GRINBLATT, M (2002): *Financial Markets and Corporate Strategy*. McGraw-Hill, NY.

ANEXO: Series de tiempo

Tabla 1. Serie mensual precio contado Trigo Bolsa de Cereales de Buenos Aires

Mes	Posición	μ	σ^2	σ
Enero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 180,45	\$ 162,71	\$ 12,76
Febrero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 192,05	\$ 106,15	\$ 10,30
Marzo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 192,11	\$ 4,22	\$ 2,05
Abril	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 233,12	\$ 239,65	\$ 15,48
Mayo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 234,19	\$ 12,86	\$ 3,59
Junio	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 241,75	\$ 31,04	\$ 5,57
Julio	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 227,57	\$ 44,15	\$ 6,64
Agosto	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 202,10	\$ 18,62	\$ 4,32
Septiembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 196,00	\$ 79,05	\$ 8,89
Octubre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 161,45	\$ 204,07	\$ 14,29
Noviembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 127,25	\$ 120,09	\$ 10,96
Diciembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 118,32	\$ 9,34	\$ 3,06
Enero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 123,29	\$ 11,91	\$ 3,45
Febrero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 118,50	\$ 13,34	\$ 3,65
Marzo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 133,62	\$ 133,62	\$ 17,75
Abril	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 138,47	\$ 2,60	\$ 1,61
Mayo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 146,97	\$ 7,37	\$ 2,72
Junio	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 153,07	\$ 13,93	\$ 3,73
Julio	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 154,00	\$ 46,74	\$ 6,84
Agosto	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 163,05	\$ 31,31	\$ 5,60
Septiembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 151,25	\$ 15,18	\$ 3,90
Octubre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 139,95	\$ 3,30	\$ 1,82
Noviembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 141,00	\$ 9,90	\$ 3,15
Diciembre	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 143,90	\$ 28,25	\$ 5,31
Enero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 151,76	\$ 3,54	\$ 1,88
Febrero	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 122,47	\$ 43,65	\$ 6,61
Marzo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 134,20	\$ 7,30	\$ 2,70
Abril	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 139,25	\$ 57,09	\$ 7,56
Mayo	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 151,47	\$ 4,76	\$ 2,18
Junio	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 151,76	\$ 3,54	\$ 1,88
Totales	Trigo BA Disp. u\$s	\$ 162,15		

Tabla 2. Serie mensual precio futuro trigo Bolsa de Cereales de Buenos Aires

Mes	Posición	μ	σ^2	σ
Enero	Trigo BA 01/09	\$ 182,99	\$ 190,75	\$ 13,81
Febrero	Trigo BA 01/09	\$ 200,45	\$ 25,65	\$ 5,06
Marzo	Trigo BA 01/09	\$ 207,88	\$ 9,04	\$ 3,01
Abril	Trigo BA 01/09	\$ 216,37	\$ 22,20	\$ 4,71
Mayo	Trigo BA 01/09	\$ 206,85	\$ 12,05	\$ 3,47
Junio	Trigo BA 01/09	\$ 206,25	\$ 18,38	\$ 4,29
Julio	Trigo BA 01/09	\$ 201,70	\$ 37,25	\$ 6,10
Agosto	Trigo BA 01/09	\$ 190,75	\$ 17,01	\$ 4,12
Septiembre	Trigo BA 01/09	\$ 184,85	\$ 63,18	\$ 7,95
Octubre	Trigo BA 01/09	\$ 150,87	\$ 256,49	\$ 16,02
Noviembre	Trigo BA 01/09	\$ 120,20	\$ 91,35	\$ 9,56
Diciembre	Trigo BA 01/09	\$ 118,29	\$ 6,37	\$ 2,52
Enero	Trigo BA 01/10	\$ 142,68	\$ 7,22	\$ 2,69
Febrero	Trigo BA 01/10	\$ 140,61	\$ 3,65	\$ 1,91
Marzo	Trigo BA 01/10	\$ 138,36	\$ 138,36	\$ 2,46
Abril	Trigo BA 01/10	\$ 141,35	\$ 7,74	\$ 2,78
Mayo	Trigo BA 01/10	\$ 155,00	\$ 4,14	\$ 2,03
Junio	Trigo BA 01/10	\$ 157,49	\$ 6,08	\$ 2,47
Julio	Trigo BA 01/10	\$ 158,84	\$ 13,46	\$ 3,67
Agosto	Trigo BA 01/10	\$ 158,28	\$ 17,89	\$ 4,23
Septiembre	Trigo BA 01/10	\$ 141,20	\$ 43,19	\$ 6,57
Octubre	Trigo BA 01/10	\$ 133,50	\$ 2,84	\$ 1,68
Noviembre	Trigo BA 01/10	\$ 141,32	\$ 25,15	\$ 5,02
Diciembre	Trigo BA 01/10	\$ 140,25	\$ 25,65	\$ 5,06
Enero	Trigo BA 01/11	\$ 140,13	\$ 3,67	\$ 1,91
Febrero	Trigo BA 01/11	\$ 145,66	\$ 1,33	\$ 1,15
Marzo	Trigo BA 01/11	\$ 141,94	\$ 4,60	\$ 2,14
Abril	Trigo BA 01/11	\$ 142,35	\$ 5,19	\$ 2,28
Mayo	Trigo BA 01/11	\$ 156,41	\$ 5,75	\$ 2,40
Junio	Trigo BA 01/11	\$ 157,28	\$ 3,58	\$ 1,89
Totales	Trigo BA	\$ 160,67		

Tabla 3. Bono a 10y vencimiento constante, tasa efectiva anual en tanto por ciento Reserva Federal de Estados Unidos.

Periodo	RIFLGFCY10_N.M	Periodo	RIFLGFCY10_N.M
2007-12	4,1	2009-05	3,29
2008-01	3,74	2009-06	3,72
2008-02	3,74	2009-07	3,56
2008-03	3,51	2009-08	3,59
2008-04	3,68	2009-09	3,4
2008-05	3,88	2009-10	3,39
2008-06	4,1	2009-11	3,4
2008-07	4,01	2009-12	3,59
2008-08	3,89	2010-01	3,73
2008-09	3,69	2010-02	3,69
2008-10	3,81	2010-03	3,73
2008-11	3,53	2010-04	3,85
2008-12	2,42	2010-05	3,42
2009-01	2,52	2010-06	3,2
2009-02	2,87		
2009-03	2,82		
2009-04	2,93		

Tabla 4. Series mensuales: Base (CIM); Coeficiente de convergencia (F/S); tasa de convergencia (r+s); tipo sin riesgo (r) y rendimiento de conveniencia (s).

Mes	(1) $CIM = F - S$	(2) $F/S = (1 + r + s)/(1 + r)$	(3) $F - S / S = r + s$	(4) $r = e^{rt}$	(5) $s = [(F - S)/S] - r$
Enero	\$ 2,53	1,014030227	1,40%	4,1002%	-2,70%
Febrero	\$ 8,40	1,043763947	4,38%	3,4484%	0,93%
Marzo	\$ 15,77	1,082070561	8,21%	3,1263%	5,08%
Abril	-\$ 16,75	0,928158513	-7,18%	2,6431%	-9,83%
Mayo	-\$ 27,34	0,883245222	-11,68%	2,4454%	-14,12%
Junio	-\$ 35,51	0,853133402	-14,69%	2,2464%	-16,93%
Julio	-\$ 25,86	0,886347748	-11,37%	2,0464%	-13,41%
Agosto	-\$ 11,35	0,943839683	-5,62%	1,6618%	-7,28%
Septiembre	-\$ 11,15	0,943135436	-5,69%	1,2944%	-6,98%
Octubre	-\$ 10,58	0,934459459	-6,55%	0,9176%	-7,47%
Noviembre	-\$ 7,05	0,94459725	-5,54%	0,6269%	-6,17%
Diciembre	-\$ 0,03	0,99977758	-0,02%	0,2951%	-0,32%
Enero	\$ 19,40	1,157319428	15,73%	0,0000%	15,73%
Febrero	\$ 22,11	1,186540084	18,65%	2,3245%	16,33%
Marzo	\$ 4,74	1,035459729	3,55%	2,4007%	1,15%
Abril	\$ 2,87	1,020752566	2,08%	2,1252%	-0,05%
Mayo	\$ 8,03	1,054610564	5,46%	1,9574%	3,50%
Junio	\$ 4,41	1,028838077	2,88%	1,9251%	0,96%
Julio	\$ 4,84	1,031434475	3,14%	1,8584%	1,29%
Agosto	-\$ 4,77	0,97074517	-2,93%	1,4772%	-4,40%
Septiembre	-\$ 10,05	0,933523666	-6,65%	1,1957%	-7,84%
Octubre	-\$ 6,46	0,953861858	-4,61%	0,8463%	-5,46%
Noviembre	\$ 0,32	1,002296521	0,23%	0,5679%	-0,34%
Diciembre	-\$ 3,64	0,974683963	-2,53%	0,2844%	-2,82%
Enero	-\$ 11,63	0,923376216	-7,66%	0,0000%	-7,66%
Febrero	\$ 23,19	1,189311668	18,93%	3,1179%	15,81%
Marzo	\$ 7,74	1,057646063	5,76%	2,7678%	3,00%
Abril	\$ 3,10	1,022262118	2,23%	2,4887%	-0,26%
Mayo	\$ 4,94	1,032592078	3,26%	2,2397%	1,02%
Junio	\$ 5,52	1,036366489	3,64%	1,7098%	1,93%