

UNA APROXIMACIÓN A UN ÍNDICE DE RIESGO AGROPECUARIO¹

*Mauro De Jesús
María Eugenia Quirolo
Ana Silvia Vilker*

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario se ve afectado por diversos tipos de riesgos debido a variaciones en: las condiciones climáticas, las técnico-productivas y las políticas así como aquellas variaciones provenientes del mercado como son los precios de venta de la mercadería o compra de insumos. Estos riesgos que enfrenta el sector agropecuario durante el proceso de producción y comercialización, generan un alto grado de variabilidad en el resultado final de la actividad. A su vez, el cambio climático actual agudiza e incrementa la frecuencia e intensidad de eventos extremos, particularmente aquellos de carácter catastrófico, que le adicionan variabilidad al desarrollo de la producción agropecuaria.

Estos riesgos, por los que atraviesa el sector agropecuario, no son independientes entre sí. Así, en la actualidad se observa que los mercados de granos y oleaginosas están enfrentando un escenario en el cual variables distintas a los fundamentos de oferta y demanda – políticas gubernamentales, los tipos de cambio, los desastres climáticos, la inestabilidad política, etc.- influyen significativamente en la evolución de los precios. En las últimas dos décadas, los precios de las materias primas han sido más volátiles que los de los bienes manufacturados por consiguiente, el cuantificar y analizar la evolución de estos riesgos se torna fundamental para poder implementar una estrategia de gestión de riesgos en las actividades agropecuarias.

En este trabajo nos focalizaremos en los riesgos agropecuarios provenientes de la variabilidad en los precios de los granos. Para medir este tipo de riesgos se puede recurrir o bien a la volatilidad histórica de los

¹ Este trabajo se realizó en el marco de los proyectos UBACyT E008 y PICT 00770 (Agencia) dirigidos por la Doctora María Teresa Casparri, ambos con base en el Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos aplicados a la Economía y la Gestión, perteneciente a la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.

precios o bien a la volatilidad implícita que se obtiene a partir de aplicar la fórmula de Black & Scholes sobre las primas de las opciones. La primera de estas alternativas supone que los parámetros se mantendrán constantes a través del tiempo, es decir que lo que ocurrió en el pasado sirve para estimar lo que ocurrirá en el futuro. La segunda de las opciones por el contrario, se basa en la percepción que los agentes del mercado tienen sobre la variabilidad de los precios a futuro. Este último tipo de medición resulta más acorde con una medición del riesgo ya que se relaciona directamente los costos de cobertura del mismo, y es el que se utilizará en este trabajo para realizar una primera propuesta de un índice de riesgo agropecuario.

1. UTILIDAD Y USUARIOS

El objetivo de este trabajo es confeccionar, como se dijo en la introducción una primera propuesta de índice de riesgo agropecuario que resuma la variabilidad en las expectativas del mercado respecto del precio de los principales granos producidos en el país. Su utilidad se fundamenta tanto en cuestiones micro como macroeconómicas. Desde el punto de vista de los productores, la alta volatilidad en los precios –tanto de insumos como de productos- hace que cada decisión de inversión durante la campaña (labores, fertilizantes, equipos, etc.) se torne muy difícil, no solo porque no se conoce el precio que van a recibir al momento de vender la cosecha, sino también porque no se sabe si se podrá repagar o no dicha inversión. Desde una perspectiva macroeconómica, la volatilidad de los precios puede ser devastadora: las exportaciones de los países en desarrollo dependen de unas pocas *commodities* principales. De esta manera, los precios obtenidos en los mercados internacionales impactan en el ingreso fiscal del gobierno, en el gasto público, en el nivel de reservas y en su solvencia, resultando así de vital importancia para la economía doméstica (*World Business Council for Sustainable Development, 2004*).

En ese sentido, el Índice de Riesgo Agropecuario -calculado sobre la base de los datos de las negociaciones en los mercados de futuros y opciones de granos- agregará información sobre las expectativas de los precios futuros de los principales granos que se producen en el país, sirviendo de esta manera como herramienta para la toma de decisiones, no sólo para los participantes del mercado (productores, acopiadores,

exportadores, etc.), sino también para las autoridades de diversos organismos estatales, como por ejemplo: La Secretaría de Hacienda del Ministerio de Economía, La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, etcétera.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1 Definiciones y vocabulario

2.1.1 Contrato diferido

Se denomina contrato diferido, a una operación que se realiza entre dos partes en la cual una de ellas se compromete a comprar un determinado bien y la otra a venderlo al precio establecido en el contrato.

En general en este tipo de operaciones los elementos que intervienen son el bien al que se suele llamar *activo subyacente*², el *precio de entrega*, siendo este el precio pactado y al que se llevará a cabo la operación (puede ser de compra o venta) y la fecha de vencimiento que es la fecha en la que se realizará la operación.

2.1.2 Contratos a Término o Forwards

Son contratos diferidos que se realizan en mercados informales. Las partes pactan libremente sus condiciones. El vendedor acuerda con el comprador la entrega de un producto a un precio, calidad y lugar, en una fecha futura establecida en el contrato. El cumplimiento depende de la buena fe de ambas partes. Los términos del contrato se convienen a medida, generalmente no se exigen garantías y los precios son privados.

2.1.3 Contratos a futuro

Son contratos diferidos que se realizan en mercados formales, con liquidación diaria de diferencias, imposición de garantías y contraparte central.

Los contratos a futuros en general se utilizan fundamentalmente para coberturas o especulación, estos se cancelan antes del vencimiento con una operación contraria a la que le dio inicio o con la compra física del activo motivo de la firma del contrato (activo subyacente).

² En próximos apartados se aclarará que significa este concepto.

Entre los casos particulares de cobertura se tienen los que realizan los comerciantes o intermediarios de productos básicos, para evitar así las variaciones de precios.

Los contratos de futuros pueden ser utilizados por productores, exportadores, industriales o importadores para protegerse de cualquier cambio adverso en los precios de sus activos. También los inversores que intentan lograr una ganancia anticipándose al cambio de precios pueden operar con contratos de futuros. Sin embargo el principal objetivo de los mercados de futuros es dar una cobertura por cambios desfavorables en los precios.

El mercado de productos (que se denomina "contado") y el de futuros son distintos, pero ambos se ven influenciados. Por ejemplo las cotizaciones en el mercado de contado y en el mercado de futuros suelen moverse en la misma dirección, además el precio de futuro se acercará al precio del activo a medida que se acerca la fecha de vencimiento (mes de maduración) del contrato. Esta situación es bastante comprensible pues cuanto más distante sea la fecha de maduración más factores externos intervienen en la formación del precio.

2.1.4 Contratos de futuros con cláusula "cash settlement"

En sus inicios, todos los contratos de futuros se pactaban con entrega física del activo, pues al momento de su vencimiento, quienes mantienen posiciones vigentes (abiertas) deben, están obligados, a recibir o entregar la mercancía.

Actualmente se han desarrollado además contratos de futuros con cláusula "cash settlement". Este tipo de contrato se liquida por diferencia de precios es decir que ni comprador ni vendedor están obligados a entregar la mercadería, sino que se cumple el contrato pagando o cobrando la diferencia de precio entre el precio pactado y el que rige en el mercado físico del bien.

Entre los ejemplos de este tipo de contratos tenemos El Índice de Soja Rosafé (ISR) que es un contrato de futuros de soja lanzado por el Mercado a Término de Rosario –ROFEX- en 1993.

2.1.5 Contratos de Opciones sobre futuros

Los contratos de opciones sobre futuros permiten comprar mediante el pago de una prima el derecho pero no la obligación de comprar o vender

un contrato futuro estandarizado en una bolsa a un precio de ejercicio (strike price) cualquiera. Se puede decir que al vender una opción se vende un derecho y por lo tanto se adquiere una obligación.

Existen dos tipos de opciones de acuerdo al derecho que se negocia. Si se compra el derecho a comprar se está ante una opción de compra (call option) mientras que comprar el derecho a vender implica estar ante una opción de venta (put option).

El poseedor de una opción de compra tiene el derecho pero no la obligación de comprar contratos de futuros a un determinado precio durante el periodo de vigencia de la opción.

Por ejemplo un productor adquiere una opción de venta de soja al mes mayo a 350 dólares la tonelada pagando una prima de 2 dólares por tonelada. Al llegar el momento de la cosecha pueden pasar dos cosas:

1) que la tonelada de soja haya disminuido el precio y valga, por ejemplo 340 dólares. En este caso el productor ejercerá la opción quedando vendido en futuros al precio de ejercicio de la opción. Si deseara cancelar su posición comprará contratos de futuros al precio de mercado (340 dólares la tonelada) obteniendo una ganancia de 10 dólares por tonelada. Como resultado de esta operatoria, la pérdida que tiene el productor por la venta de la soja en el mercado real (spot) se compensa con la ganancia obtenida por tener la opción, obteniendo de esta manera un precio de venta final de 348 dólares por tonelada.

2) En cambio si el precio de la soja aumenta y es de 360 dólares la tonelada al productor no le convendrá ejercer la opción, deberá dejar que expire, y entonces vendería su Soja en el mercado y obtendría un precio de 358 dólares por tonelada (valor de la soja menos la prima de la opción).

Las opciones de venta (put) y compra (call) sobre contratos de futuros pueden ser de dos tipos: americanas y europeas, las primeras pueden ser ejercidas por el comprador en cualquier momento del tiempo en que están vigentes, es decir antes de su vencimiento, mientras que las europeas solo se pueden ejercer en el momento del vencimiento.

La mayoría de las opciones que se negocian en Argentina son de tipo americanas.

2.1.6 Términos que se manejan en las opciones de contratos de futuros

Entre los términos que se manejan en las opciones de contratos de futuros se encuentran:

El *precio de ejercicio* (Exercise Or Strike Price) es el precio del activo al que se ejercerá el contrato. Es el precio de compra del bien, que se encuentra en una opción de compra o el precio de venta del bien en el caso de una opción de venta.

Activo subyacente: es el activo sobre el que se realiza el contrato a futuro. Por ejemplo la soja, dólares americanos, cobre, petróleo, carbón, etcétera. El precio del activo subyacente puede observarse diariamente en los diferentes mercados (Bolsa de Comercio de Rosario, el Chicago Mercantile Exchange, etc.)

Subyacente Es el título, instrumento o valor empleado como referencia en el contrato. Pueden ser valores subyacentes las acciones, los índices, bienes físicos o contratos a futuro. Definición de Mercado a Término de Buenos Aires –MATBA-

Fecha de expiración: Fecha de vencimiento del contrato a futuro y por tanto de la opción compra/venta sobre ese contrato a futuro.

Valor intrínseco: Es la diferencia entre el precio de ejercicio de la opción de compra o venta y el precio del activo subyacente. Es decir es la cantidad de dinero que representa la diferencia entre el precio de ejercicio de la opción y el valor del activo subyacente en un momento de tiempo determinado.

Por ejemplo una opción de compra tendrá valor intrínseco si el precio de ejercicio es 350 dólares la tonelada y el precio de este mismo bien es a mayo (mes de la cosecha) es decir a futuro, de 360 dólares por tonelada. Entonces el valor intrínseco será de 10 dólares por tonelada.

Valor tiempo: Representa para el comprador la posibilidad que con el tiempo la opción adquiera valor intrínseco.

Prima es el valor que paga el que compra una opción. Está formada por el valor intrínseco y el valor tiempo. También se denomina prima al exceso de precio de un contrato de futuro sobre otro, o sobre el precio del disponible.

Al momento de expiración de la opción la prima esta formada solamente por valor intrínseco, ya que en ese momento no resta tiempo para su vencimiento.

Por ejemplo en el mes de febrero una opción de compra sobre soja con precio de ejercicio 340 Dólares/tn y valor mayo 338 Dólares/tn, no tiene valor intrínseco, pero sin embargo puede tener valor tiempo, pues los operadores o inversores pueden tener expectativas de que el precio del activo aumente.

Spot: es al precio de contado de un determinado commodity.

At The Money (ATM) ("a dinero"): el precio del activo subyacente es igual al precio de ejercicio.

In The Money (ITM) ("en dinero"): la opción tiene valor intrínseco, o sea, en el caso de una opción de compra (call) sucede cuando el precio del activo subyacente es mayor que el precio de ejercicio y en el caso de una opción de venta (put) es cuando el precio del subyacente es menor al precio de ejercicio.

Out of The Money (OTM) ("fuera de dinero"): cuando una opción está "out of the money" no tiene valor intrínseco. En el caso de una opción de compra (call), se produce cuando el precio del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio y en el caso de una opción de venta (put), se produce cuando el precio del activo subyacente es mayor al precio de ejercicio.

2.1.7 Mercados en los que se negocian en Argentina los instrumentos definidos

MATBA: es el Mercado a Término de Buenos Aires. En el mismo se negocian contratos de futuros sobre Soja, Maíz, Trigo y Girasol. Este mercado es el más grande de Argentina y el más grande del mundo en cuanto a volúmenes operados en Girasol.

ROFEX: es el Mercado a Término de Rosario. Aquí se negocian futuros de Soja, Trigo, Maíz y Girasol. También se negocian en este mercado importantes contratos como el Índice de Soja Rosafé el cual tiene la particularidad de ser contrato sin entrega, es decir, que se ajustan al vencimiento por diferencias de efectivo o cash settlement, como ya se ha mencionado en párrafos anteriores

2.1.8 Métodos para la valuación de una opción

Las opciones pueden ser valuadas mediante el método conocido con el nombre de desarrollo de árbol binomial o a partir de la fórmula de Black-Scholes.

2.1.8.1. El modelo de Black-Scholes

El modelo *Black-Scholes* desde que hizo su aparición en 1972 es el método más utilizado para la valuación de las opciones.

Los supuestos del modelo son:

-El precio del activo subyacente sigue una distribución Log-Normal, esta distribución no es simétrica, solo toma valores positivos.

-La media y la varianza del activo subyacente son constantes.

-No hay costes de transacción o impuestos. Todos los activos financieros son perfectamente divisibles.

-No hay dividendos sobre el activo durante la vida de la opción.

-La negociación de los activos subyacentes se realiza en forma continua.

-Los inversores pueden pedir prestado o prestar al mismo tipo de interés libre de riesgo.

-El tipo de interés libre de riesgo a corto plazo es constante.

Bajo estos supuestos el valor teórico de una opción de compra Europea es:

$$C_0 = S_0 * N(d_1) - e^{-\delta T} * X * N(d_2)$$

Donde:

S_0 : es el precio del activo subyacente en el momento inicial

N : Indica la probabilidad acumulada con una distribución normal estándar hasta d_1

Siendo d_1 un parámetro, que se define como:

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (\delta + 0,5 * \sigma^2) * T}{\sigma * \sqrt{T}}$$

X : es el precio de ejercicio de la opción.

δ : es la tasa de interés libre de riesgo con capitalización continua.

σ : es el desvío estándar (volatilidad) anualizada por unidad de tiempo.

T : es el plazo (en años) hasta el vencimiento de la opción.

d_2 : es otro parámetro de la fórmula que se define como:

$$d_2 = d_1 - \sigma * \sqrt{T}$$

3. LA VOLATILIDAD

La volatilidad puede ser definida como la desviación estándar, es decir, en qué proporción se desvía, por ejemplo, el precio de un activo de su valor promedio o de su comportamiento habitual. Se puede decir que la volatilidad mide la evolución de los precios o el tipo de variación.

Los dos tipos de volatilidad más utilizados son la volatilidad histórica y la volatilidad implícita. La primera, mide la evolución de los precios de un activo en el pasado y en base a esos resultados se asume que en el futuro el activo tendrá el mismo comportamiento o tendencia. Se la suele calcular como el desvío estándar de las variaciones de los precios.

En cambio la volatilidad implícita representa lo que esperan los operadores/inversionistas de la evolución del precio de un activo determinado. Esta medición recoge los precios de las opciones sobre contratos de futuros y con estos infiere las expectativas que tienen los operadores sobre la variación en el precio del activo. Es lo "que espera el mercado" que suceda en el comportamiento del precio de un activo, se puede decir que tiene un sustento real a diferencia de una predicción o estimación que toma como referencia eventos pasados.

Se le denomina "implícita" pues tratándose de acontecimientos futuros no puede observarse sino solo puede deducirse a partir del precio de las opciones sobre contratos de futuros.³

Ahora bien, la toma de decisiones acerca de realizar una inversión y/o comprar/vender activos financieros implica utilizar técnicas de análisis para medir y controlar el riesgo, tratando de esta manera de minimizarlo y de evitar eventos no deseados en el futuro. Por eso actualmente la volatilidad implícita es una de las palabras, conceptos e indicadores más observados

³ Se pueden encontrar fórmulas estandarizadas que permiten calcularla poniendo los valores del activo subyacente, la tasa de interés, el tiempo que falta hasta la expiración de la opción y el precio de la misma.

en el mercado, pues puede llegar a permitir conocer la *opinión del mercado* sobre la variación en el precio de determinados activos y de esta manera disminuir el riesgo de pérdida y/o menor ganancia. Natemberg expresa *"La volatilidad implícita puede ser pensada como las expectativas que tienen los participantes del mercado con respecto a las fluctuaciones del valor del activo subyacente en el tiempo que resta hasta el vencimiento de la opción"*

En el glosario del MATBA se encuentra lo siguiente:

"Es muy común que aquellas personas que se dedican a la compra y venta de opciones consideran a la volatilidad implícita como prima. En definitiva, la palabra prima se refiere al precio de la opción en relación con el mercado subyacente. No obstante, los inversores en opciones estimarán que "los niveles de las primas están altos" o "los niveles de las primas están bajos", pero en realidad los inversores en opciones se están refiriendo a la volatilidad implícita. Indirectamente están expresando que la volatilidad implícita es alta o la volatilidad implícita es baja."

Se podría afirmar que si se utilizan las opciones como formas de cobertura, estas son de gran importancia en el caso en que el valor de activo sea muy volátil, es decir su precio presenta mucha variabilidad, y como consecuencia de esto la prima a pagar es mayor que la de un activo con menor volatilidad. A su vez los inversores/especuladores en los mercados de opciones les resulta más atractivo comprar Call o Put sobre activos más volátiles de los que no lo son tanto, aunque, como ya se dijo, el mercado valora ello, generalmente incrementando el valor de la prima.

La volatilidad implícita aparece con el modelo de Black and Scholes que supone todas las variables conocidas menos la volatilidad.

Como ya se dijo el modelo de de Black and Scholes estima el valor de la prima de una opción a partir de conocer el valor del activo subyacente, la tasa libre de riesgo, el día del vencimiento de la opción y la volatilidad, la que posteriormente es calculada para observar lo que espera el mercado que suceda.

La existencia de mercados de opciones como el MATBA y el ROFEX, permiten tener diariamente un listado de ellas.

Así, como resultado de la creación y puesta en marcha de estos mercados se cuenta con los insumos necesarios para calcular un "Índice"

de riesgo que utilice como referencia la Volatilidad esperada que perciben los participantes en los mercados de opciones argentinos.

En este trabajo se desarrollará la elaboración de un índice de riesgo agropecuario utilizando la volatilidad implícita de las opciones de productos agropecuarios como son la soja, el trigo, el maíz y en trabajos posteriores se incluirá también el girasol.

4. PRIMERA PROPUESTA PARA UN ÍNDICE DE RIESGO AGROPECUARIO

4.1 Características

El Índice será un indicador que resume el riesgo de precio esperado en el mercado de un determinado número de productos agrarios, y ponderados de acuerdo a su participación relativa en el valor total de la producción agraria.

Se utilizará:

- La *Volatilidad Implícita* que se calculara a partir del valor de la prima de las opciones de diferentes productos agrarios.
- La *covarianza* de los retornos de los precios de los productos agrícolas elegidos.
- La participación de los productos elegidos en el total de la producción agrícola.

El nivel del índice será dado a conocer en forma diaria en la página del Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión (CMA), de la Facultad de Ciencias Económicas.

4.2 Metodología

Las aproximaciones más comunes para medir el riesgo de un conjunto de precios de un índice de precios no provee una correcta aproximación a un número índice que agregue riesgo de precios sobre *commodities*.

El riesgo de precios para productos individuales contribuye al riesgo con respecto al ingreso total: varianzas y covarianzas para los precios de los productos contribuyen a la varianza del ingreso total.

Ignorando el riesgo de cantidad (output), el riesgo de precios y niveles de producto contribuyen conjuntamente al riesgo de ingreso como $VR_t = y_t^T Vp_t y_t$, donde Vp es la matriz de covarianzas de los retornos de los precios e y es el vector de participación de los productos en el valor total de la producción agraria.

Porque una matriz de covarianzas pues la simple agregación ponderada de varianzas lleva a resultados matemáticamente correctos sólo si las covarianzas entre los bienes es nula, es decir, si dichos bienes son independientes. En términos matemáticos esto es:

$$Var[\alpha x + (1-\alpha)y] = \alpha^2 Var(x) + (1-\alpha)^2 Var(y) + 2\alpha(1-\alpha)cov(x; y)$$

A continuación se presenta la matriz de correlación de los precios de las *commodities* que en principio serán incluidas en el índice de riesgo agropecuario. Cuanto mayor sea la correlación entre los precios, mayor será la importancia de incluir las covarianzas de precios para la confección del Índice⁴.

Matriz de Correlación de Precios de Mercado Ene1980 - Jun 2009

	Soja	Maíz	Coef. De Variación
Soja			0,26
Maíz	0,87		0,28
Trigo	0,82	0,86	0,31

Fuente: Cálculos propios en base a los datos de FAO.

Como las correlaciones entre los precios de las *commodities* son altas, para la estimación del Índice se incluirán las covarianzas.

4.3 Información

El Índice se estimará en base a información proveniente de los dos mercados de futuros existentes en la Argentina, el MATBA y el ROFEX, así como a diversos mercados latinoamericanos de granos.

4.4 Canasta

⁴ Se replica lo que hizo Coyle pág 1092

El Índice estará compuesto por la siguiente canasta de productos agropecuarios: soja, maíz, trigo y girasol y se confeccionará en base a información diaria, proveniente de los mercados previamente mencionados. La elección de los estos cultivos se realizó en base a la participación en el Total de Ventas de productos agrícolas que para el año 2006 resultó ser: Soja (39%), Trigo (11%), Maíz (6%), Girasol (4%). Por consiguiente los productos incluidos en el Índice representan el 60% del valor total de producción del sector.

4.5 Descripción de la primera aproximación al índice de riesgo agropecuario

Con los precios diarios del trigo y del maíz del año 2007, obtenidos en la Bolsa de Comercio de Rosario se calcularon los retornos diarios porcentuales (precio de hoy menos el precio de ayer dividido el precio de ayer) y con estos se calculó la matriz de covarianzas, cuyo resultado se presenta a continuación:

	Soja	Trigo
Soja	3,73155203	
Trigo	0,09853856	13,4814268

Se utilizó el año 2007⁵ pues la información de precios del año 2008 y 2009 tienen gran cantidad de días sin precios, debido a problemas políticos/institucionales.

Además se calculó la volatilidad implícita, utilizando un solver, de todas las opciones Call ⁶sobre contratos a Futuros de soja y trigo de los meses junio y julio del año 2009. Las primas, el valor del activo subyacente y la tasa libre de riesgo se obtuvieron de la información brindada por el MATBA⁷.

Las del mes de junio se muestran en el siguiente cuadro:

⁵ La idea sería tomar los precios del año anterior al que se está calculando el índice para obtener las covarianzas. Otra posibilidad es tomar los últimos doce meses anteriores al mes que se está dando la información. De esta manera que se actualizaría todos los meses la covarianza. Este tema será aun discutido.

⁶ En próximos ejercicios se tomarán también los put.

⁷ <http://www.matba.com.ar/datacenter/datacenterOPC.aspx>

Fecha	Producto	Año	Ejercicio	Prima	Subyacente	Volatilidad Implícita
lunes, 01	Trigo	2010	161	13	161,8	0,2318
lunes, 01	Trigo	2010	177	7	161,8	0,2350
lunes, 01	Soja	2010	272	12	246,8	0,2102
martes, 02	Trigo	2010	161	11	162,8	0,1835
martes, 02	Trigo	2010	173	9	162,8	0,2428
martes, 02	Trigo	2010	177	6,5	162,8	0,2190
martes, 02	Trigo	2010	181	4,5	162,8	0,1996
martes, 02	Trigo	2010	185	3,5	162,8	0,1968
martes, 02	Soja	2010	272	12	248,2	0,2049
miércoles, 03	Trigo	2010	177	5	158,9	0,2155
miércoles, 03	Soja	2010	272	11	243,8	0,2120
jueves, 04	Trigo	2010	161	10	160	0,1951
jueves, 04	Soja	2010	272	12	248,9	0,2027
jueves, 04	Soja	2010	280	10	248,9	0,2056
viernes, 05	Trigo	2010	177	5	159	0,2158
lunes, 08	Trigo	2010	161	9	155,5	0,2219
lunes, 08	Trigo	2010	177	3,5	155,5	0,2050
lunes, 08	Soja	2010	272	12	247,5	0,2097
lunes, 08	Soja	2010	280	9	247,5	0,2006
lunes, 08	Soja	2010	296	5,5	247,5	0,0077
lunes, 08	Soja	2010	300	5,8	247,5	0,0107
lunes, 08	Soja	2010	304	4,5	247,5	0,0045
lunes, 08	Soja	2010	308	3,5	247,5	0,0041
martes, 09	Trigo	2010	177	4	156	0,2147
martes, 09	Soja	2010	272	12	247,4	0,2104
martes, 09	Soja	2010	300	4,5	247,4	0,1926
miércoles, 10	Trigo	2010	177	4	156,5	0,2119
miércoles, 10	Soja	2010	272	12	246,1	0,2161
miércoles, 10	Soja	2010	300	4,5	246,1	0,1967

jueves, 11	Trigo	2010	161	10,5	159	0,2188
jueves, 11	Soja	2010	272	11	247,5	0,1997
jueves, 11	Soja	2010	300	4,7	247,5	0,1959
viernes, 12	Trigo	2010	161	10	160	0,1989
viernes, 12	Trigo	2010	177	4	160	0,1896
viernes, 12	Soja	2010	272	11	244,5	0,2121
viernes, 12	Soja	2010	280	8,6	244,5	0,2081
viernes, 12	Soja	2010	300	4,5	244,5	0,0077
martes, 16	Trigo	2010	177	5	158,5	0,2250
martes, 16	Soja	2010	272	9,5	237	0,2255
martes, 16	Soja	2010	300	4,5	237	0,2253
miércoles, 17	Trigo	2010	177	4	158,2	0,2041
miércoles, 17	Soja	2010	272	9	240,2	0,2074
miércoles, 17	Soja	2010	300	4,2	240,2	0,2112
jueves, 18	Trigo	2010	161	10	157,8	0,2249
jueves, 18	Trigo	2010	177	4	157,8	0,2079
jueves, 18	Soja	2010	272	8,5	239,8	0,2032
jueves, 18	Soja	2010	300	4	239,8	0,2093
viernes, 19	Trigo	2010	161	7,5	156	0,1919
viernes, 19	Trigo	2010	177	3,5	156	0,2071
viernes, 19	Soja	2010	272	7	236,7	0,1961
lunes, 22	Soja	2010	248	12	232	0,1972
lunes, 22	Soja	2010	264	7,7	232	0,2004
lunes, 22	Soja	2010	272	6	232	0,0077
martes, 23	Trigo	2010	177	3,5	155,7	0,2111
martes, 23	Soja	2010	272	7	234,5	0,2054
martes, 23	Soja	2010	300	4	234,5	0,2265
miércoles, 24	Soja	2010	272	6,5	235	0,1972
miércoles, 24	Soja	2010	280	5,5	235	0,2042
jueves, 25	Trigo	2010	177	3,5	157	0,2036
jueves, 25	Soja	2010	272	7	233,5	0,2097
jueves, 25	Soja	2010	280	5	233,5	0,2019

viernes, 26	Trigo	2010	177	3,6	156	0,2134
viernes, 26	Soja	2010	248	11,5	231,5	0,1951
viernes, 26	Soja	2010	268	7	231,5	0,2061
viernes, 26	Soja	2010	272	5,5	231,5	0,1961
viernes, 26	Soja	2010	280	4,5	231,5	0,2009
viernes, 26	Soja	2010	300	3	231,5	0,0045
martes, 30	Trigo	2010	177	3,5	153,5	0,2296
martes, 30	Soja	2010	248	10	229,8	0,1866
martes, 30	Soja	2010	272	5,3	229,8	0,2003

A partir de estos cálculos se construyeron las matrices de covarianzas con las volatilidades implícitas más cercanas a una situación *at the Money*. Se decidió tomar esta volatilidad ya que se puede tomar una volatilidad implícita que represente a todas las opciones del día sobre el mismo subyacente. En este último caso se podría representar como un promedio de todas las volatilidades implícitas individuales. Este promedio puede ser ponderado de acuerdo a los siguientes criterios: el volumen de las opciones comerciadas, el interés abierto o lo que resulta más usual usar aquella volatilidad implícita perteneciente a una opción que se encuentra más cercana a una situación *at the Money* (Natenberg,, 1994).

Los vencimientos de las opciones son enero 2010 para el trigo y mayo de 2010 para la soja.

A continuación se muestra un para de esas matrices:

01/06/2009

	Soja	Trigo
Soja	0.2102	0.09853856
Trigo	0.09853856	0.2318

02/06/2009

	Soja	Trigo
Soja	0.2049	0.09853856
Trigo	0.09853856	0.1835

Luego se multiplican cada una de estas por el vector de ponderaciones de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} 0.62433795; 0.15227446 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.2102 & 0.09853856 \\ 0.09853856 & 0.2318 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.62433795 \\ 0.15227446 \end{bmatrix} = 0.106$$

Siendo el resultado de esta multiplicación -0.106 - el valor del índice del día, en este caso 6 de junio de 2009.

Las ponderaciones 0,62 y 0,15 corresponden a la participación de la producción de la soja y del trigo respectivamente en la producción total agraria del año 2007.

5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

La volatilidad de los precios de las *commodities* agrava la baja capacidad de recuperación de las economías de los países en desarrollo, a los efectos de los *shocks* externos. Además en los países exportadores de *commodities* grandes movimientos de corto plazo en los precios e ingresos tienen un impacto directo en la balanza comercial y un impacto indirecto a través de su influencia sobre el tipo de cambio real.

A nivel gubernamental El presupuesto del gobierno depende fuertemente de impuestos y otros ingresos provenientes del sector productor y exportador de *commodities*, también el gasto y de la inversión pública luego de una subida de los precios pueden volverse insostenibles cuando estos caen. Por otro lado la volatilidad del precio de las *commodities* aumenta las dificultades de mantener una deuda pública tanto interna como externa sostenible.

A nivel de los productores la inestabilidad e imprevisibilidad de los ingresos incrementa la incertidumbre sobre la viabilidad de la inversión, y es el principal obstáculo para la toma de decisiones de inversión.

Bajo las circunstancias descriptas el desarrollo de un indicador que sintetice en un solo valor los riesgos de precios de los productos agrícolas es de suma importancia. En este trabajo se ha descrito una de las posibles metodologías para la obtención de un Índice de Riesgo Agropecuario. En próximos estudios se mostrarán otras alternativas para la elaboración de este indicador que puede ser de mucha utilidad para autoridades gubernamentales responsables de la política económica del país y los agentes económicos productores y exportadores de *commodities*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bacchini, D., García Fronti, Javier I., Vázquez, Lara V. (2005): *Indicadores de Riesgo en el Mercado Argentino*, Centro de Investigación en Métodos Cuantitativos Aplicados a la Economía y la Gestión, Facultad de Ciencias Económicas –UBA- (Mimeo).

Bolsa de Comercio de Rosario. Disponible en:

<http://www.bcr.com.ar/pages/granos/Historicos/default.aspx>

CEPAL (2009): "Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe 2008". Disponible en:

<http://www.eclac.cl/cgibin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/5/34845/P34845.xml&xsl=/de/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt>

Coyle Barry T. (2007): "Aggregation of Price Risk over Commodities: An Economic Index Number Approach". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol 89(4).

Deaton, A. y Guy L. (1992): "On the Behaviour of Commodity Prices". En *Review of Economic Studies* 59 (1), pp.1-23.

Hull, J., White A. (1987a): "The pricing of options on assets with stochastic volatilities" en *Journal of Finance* 42, pp. 281-300.

Manual del Operador del Mercado de Granos. (2005): *Bolsa de Comercio de Rosario*. 3era. Edición. Ediciones Capacitación & Desarrollo de Mercados. Rosario.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas - República Argentina (MECON). Información económica al día. Disponible en:

<http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/infoeco.html>

Natenberg Sheldon (1994): "Option Volatility & Pricing – Advanced Trading Strategies and Techniques". Mc Graw-Hill.

Roy, Antony and Dr. Reddy, Y. V. (2008): "Volatility Indexes – A leading Market indicator". Goa University.

World Business Council for Sustainable Development, 2004. Disponible en: <http://www.wbcsd.org/web/publications/mobility/mobility-full.pdf>