VALORACION DE OPCIONES DE COMPRA Y VENTA DEL QUINTAL DE SOYA EN EL MERCADO ECUATORIANO

Autores: Washington Xavier Zambrano Chávez [1], Fernando Sandoya Sánchez [2]
[1]Ingeniería Estadística Informática, e-mail: xzambrano_chavez@hotmail.com
[2]Director de Tópico, Matemático, Escuela Politécnica Nacional Quito 1990, Postgrado en Investigación Operativa Quito 2002, Instituto de Matemáticas, Profesor de la ESPOL desde 1993.E-mail: fernandoss@yahoo.com.

Resumen: El presente trabajo desarrolla las diferentes herramientas financieras llamadas “Los Instrumentos Derivados Financieros” en especial las Opciones. El sector productivo en el Ecuador está expuesto a diferentes tipos de riesgos. El presente trabajo está enfocado a mejorar la comercialización y asegurar el precio de compra y venta del quintal de soya en el Ecuador. El riesgo de variación en el precio de materias primas que tiene un productor o consumidor y la variación de precios de los productos en los diferentes mercados son los principales riesgos de este sector. En la actualidad no cubrir el riesgo por movimientos en precios de mercado equivale a asumirlos voluntariamente y a jugar con él como en un casino. En la realización de este trabajo se han aplicado técnicas estadísticas, herramientas financieras llamadas opciones y el método de valoración de Opciones de “Black Sholes”. Con estas herramientas tanto el productor como el comprador tendrán la confianza y la garantía de sus transacciones y negocios. Con la realización de esta tesis se podrá disminuir el grado de incertidumbre, ampliar el tema del riesgo y como cubrirlo.

Palabras Claves: Valoración, riesgo, Opciones.

0. INTRODUCCION

En los últimos veinticinco años las diferentes actividades financieras y productivas han sufrido grandes cambios, debido entre otras cosas a la globalización, a la apertura de los mercados, a su institucionalización y a los diferentes avances tecnológicos.

El riesgo de los mercados puede tener muchas formas, así puede ser el riesgo de tipos de interés, el riesgo de tipo de cambio que tiene un exportador, importador o inversor en países extranjeros, el riesgo de variación en el precio de materias primas que tiene un productor o consumidor y la variación de precios de los productos en los diferentes mercados.

En la actualidad no cubrir el riesgo por movimientos en precios de mercado equivale a asumirlos voluntariamente y a jugar con él como en un casino. Las implicaciones del riesgo se extienden a muchas áreas de actividad. Los productos derivados financieros y en particular las opciones no son más que el resultado de aplicar conceptos estadísticos a la incertidumbre que se presentan diariamente en el mundo de los negocios y finanzas.

Las opciones son simplemente un método para asegurarse un precio de compra o de venta de un activo, acciones y otros valores de mercados. Una opción es un acuerdo entre un comprador (propietario) y un vendedor (emisor) que, tras el pago de una retribución, da al comprador el derecho, pero no la obligación de comprar o vender un activo en una fecha determinada o antes de ella.

1. LA SOYA Y SU ENTORNO EN EL MERCADO ECUATORIANO

En el Ecuador la soya es uno de los productos de mayor uso en la formulación de balanceados para la avicultura y otros alimentos pecuarios, así como para la elaboración de alimentos como leche y carne de soya, o en el consumo humano directo como grano. La soya es un cultivo con efectos beneficiosos para los suelos, es una oleaginosa de alto valor nutritivo.

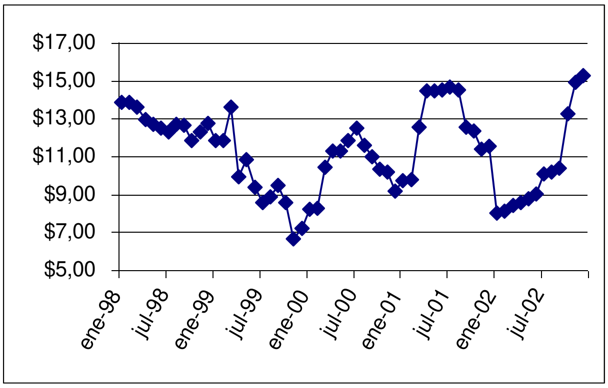
La demanda más importante de soya proviene de la avicultura debido a que la torta de soya representa alrededor del 15% al 20% de la composición de los alimentos balanceados, solo superada por el maíz en grano.En la primera mitad de los años 90, el cultivo de la soya aportaba al PIB sectorial, y una parte de la población económicamente activa se dedicaba a la agricultura de este producto, en cambio en la actualidad esas participaciones son muy bajas debido a la drástica reducción observada en el área de la producción de soya.

La demanda anual de Torta de Soya, por parte de la industria de balanceados, que abastece a las industrias avícolas, se estima en alrededor de 240.000 TM, la producción local en el mejor de los casos cubre 3 meses de consumo, es decir cubre el 21.6% de esos requerimientos.

1.1 Precios Internos del quintal de Soya

Los precios domésticos del grano de soya, los establece el mercado en función de los costos de oportunidad de las importaciones, donde se presentan distorsiones con los países vecinos, que contraen los mencionados precios.

GRÁFICO 4.1
COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA EN EL MERCADO ECUATORIANO (ENERO 1998-DICIEMBRE 2002) DOLARES



Históricamente en el Ecuador la política de fomento de la soya estuvo basada en la fijación de un precio de sustentación alto para el grano y aun mayor para la torta, con un segundo objetivo de subsidiar el precio del aceite.

La estacionalidad de los precios depende de la oferta y la demanda de la soya en el País. Como observamos en el gráfico anterior en el periodo de Febrero hasta Agosto los precios están en niveles altos pero cuando llegan los meses de Septiembre a Enero los precios bajan ya que existe mayor oferta del producto en el País. Podemos decir que la tendencia en los meses de Febrero a Agosto es de alza, pero a partir de Septiembre a Enero donde el precio del quintal de soya tiende a bajar, también se observa que el precio del quintal de soya posee una fuerte variabilidad.

TABLA I
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL PRECIO MENSUAL DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (1998-2002)

Tamaño de la muestra n (meses)	60
Media	$11,200
Mediana	$11,432
Desviación estándar	$2,182
Varianza	$4,762
Máximo valor Diciembre del 2002	$15,24
Mínimo valor: Noviembre de 1999	$6,6
Intervalo de Confianza para la media	$\$10.647 \le \mu \le \$11.752$
Kurtosis	-0,923
Sesgo	-0,066

La tabla descriptiva nos muestra toda la información válida para un análisis y nos indica que el valor promedio del precio mensual del quintal de soya en el periodo de (1998-2002) es $11.200. En está tabla también se observa el valor de la mediana que es $11.43. El mínimo del precio del quintal de soya alcanzado es en Noviembre de 1999 llegando a $6.60 y el máximo en Diciembre del 2002 con un precio de $15.24 el quintal.

Además la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que el precio mensual del quintal de soya se desvía en $2.182 con respecto a la media mensual. El intervalo de confianza para los 60 meses se encuentra entre $10.647 y $11.752 el quintal con un 95% de confianza.

Se puede concluir que los precios internos de la soya y derivados en el Ecuador han sido un poco más altos que los precios internacionales. Los analistas consideran que una diferencia del 5% entre el precio doméstico y el costo de importación es razonable desde la óptica del mercado, pero que diferencias mayores del 10% indica distorsiones en el mercado.

1.2 Fortalezas de la soya en el Ecuador.

- Existe una demanda creciente y permanente del 9% anual por el sector avícola.
- La torta de soya representa alrededor del 15% al 20% de la composición de los alimentos balanceados.
- El cultivo de soya es una alternativa adecuada como cultivo de verano para pequeños agricultores sin infraestructura de riego.
- Las condiciones agroecológicas que caracterizan a ciertas provincias de la costa permitirían incrementar este cultivo.

1.3 Debilidades.

- Bajos parámetros de productividad de la soya en Ecuador, frente al promedio internacional y en comparación con los países de MERCOSUR, Bolivia y Estados Unidos, que son los competidores más frecuentes.
- Alta dependencia de insumos importados para la siembra y altos precios de los mismos.
- Baja disponibilidad y uso de semillas certificadas, así como falta de control en calidad de las mismas.
- Debilitamiento de las instituciones oficiales de investigación y transferencia de tecnología, sin que al momento se haya implementado un mecanismo alternativo para estos fines.
- Déficit de capacidad de secamiento, almacenamiento, de extracción de aceite y producción de torta de soya por parte de las empresas industriales.
- Debilidad de los gremios existentes, caracterizada por falta de organización y gestión empresarial.
- Falta de promoción y diversificación de productos derivados de la soya (carne, leche, bebidas, etc.), para consumo humano.

1.4 Oportunidades.

- Mercado potencial de Colombia para el grano por su gran capacidad de extracción industrial, por la cercanía y la posibilidad de reexportación de torta.
- Existe potencial de incremento del uso del grano de soya para tostarlo y/o extrusarlo e incorporarlo directamente en el alimento balanceado.
- La demanda creciente y permanente de la torta de soya por el crecimiento y desarrollo sostenido de la avicultura y la limitada oferta de un sustituto proteico para la industria de alimentos balanceados.
- Ambiente favorable de dialogo entre los principales actores económicos de la cadena, en términos de absorción de cosechas y de concertación de precios referenciales mínimos.

1.5 Amenazas.

- La presencia de la plaga “mosca blanca” provoca una sensible reducción del área de cultivo y de la productividad.
- La existencia de una serie de subsidios a la producción y a la exportación por parte de los países desarrollados, de Bolivia y Colombia, lo cual afecta el nivel de precios.
- La reducción de la fertilidad que se observa en los suelos de

determinadas zonas de la provincia de Los Ríos, puede acelerarse ante la intensificación del monocultivo, si no hay rotación del maíz duro o arroz (invierno) y soya (verano).

- La competencia con los precios internacionales de aceite y torta determina reducción de la demanda interna para procesar el grano.
- La reducida capacidad de extracción de aceite y producción de pasta de soya, pone en peligro la demanda nacional del grano de soya.

2 LAS OPCIONES

Para comenzar el análisis sobre la valoración de las opciones debemos conocer y entender los diferentes conceptos inmersos en el marco teórico de la teoría de las finanzas.

2.1 Activo

Se conoce como activo a toda posesión de un bien que tiene un determinado valor en un intercambio o en una actividad financiera, el activo a ser analizado es la soya que tiene naturaleza tangible.

Existen dos elementos fundamentales que van de la mano con el activo que son el rendimiento y el riesgo, entre estos dos componentes existe una relación directamente proporcional, es decir que a mayor rendimiento esperado mayor es el riesgo de la inversión, lo mismo ocurre a menor rendimiento menor es el riesgo.

2.2 Instrumentos financieros derivados.

Los instrumentos financieros derivados son contratos cuyo precio depende del valor de un activo, el cual es comúnmente denominado como el “subyacente” de dicho contrato.

Un instrumento financiero derivado es cualquier instrumento cuyo valor es una función (se “deriva”) de otras variables que son en cierta medida más fundamentales.

La finalidad de los Instrumentos Financieros Derivados es distribuir el riesgo que resulta de movimientos inesperados en el precio del subyacente entre los participantes que quieren disminuirlo y aquellos que deseen asumirlo.

En el primer caso, se encuentran los individuos o empresas que desean asegurar el día de hoy el precio futuro del activo subyacente, así como su disponibilidad.

En el segundo caso, se trata de individuos o empresas que buscan obtener la ganancia que resulta de los cambios abruptos en el precio del activo subyacente.

Surgen como resultado de la necesidad de cobertura que algunos inversionistas tienen, ante la volatilidad de precios de los bienes subyacentes. Los dos principales mercados donde se llevan a cabo operaciones con instrumentos financieros derivados son: Bolsas y sobre el Mostrador (Over The Counter).

2.3 Contrato de Opciones

Las Opciones son contratos que otorgan a su tenedor el derecho de comprar (opción de compra o Call) o de vender (opción de Venta o Put) cierta cantidad de un activo subyacente, a un precio y durante un plazo previamente convenidos. Por ese derecho el comprador de la opción paga una prima. La contraparte recibe la prima, se compromete y tiene la obligación a realizar la compra o venta del activo subyacente en las condiciones pactadas.

2.3.1 Tipos de Opciones.

En los mercados financieros existen dos tipos básicos de opciones.

- Una opción de compra (call), con la cual se tiene el derecho a comprar un activo a cierto precio en un determinado plazo, está es la opción con mayor demanda.
- El otro tipo es una opción de venta (Put), le da al poseedor el derecho de vender un activo, a un cierto precio en un determinado período de tiempo.

Los mercados de opciones tienen como objeto la gestión del riesgo, incrementando o reduciendo el grado de exposición a él,

En cada opción se especifica de que tipo de opción se trata(compra o venta); sobre que cantidad de activos(las especificaciones del contrato); el nombre y el tipo de acciones(el activo); el precio de compra o precio de venta; el monto del deposito(costo de la opción) y finalmente por cuanto tiempo es válida la opción (fecha de vencimiento). La compraventa de opciones es una transacción sin certificados. En su lugar, la prueba de propiedad es a través de un contrato emitido por los brokers.

Existen cuatros posiciones posibles en un mercado de opciones.

Una posición larga en una opción de compra, es decir, comprar una opción de compra; una posición corta en una opción de compra, es decir, vender una opción de compra; una posición larga en una opción de venta, es decir, comprar una opción de venta; una posición corta en una opción de venta, es decir la venta de una opción de venta.

2.3.2. Algunos términos que se utilizan en el tema de Opciones.

- Activo Subyacente: es el objeto de la opción que puede ser un activo real o financiero.
- Precio del Ejercicio: es el precio al cual puede realizarse la compra o venta.
- Prima: es el precio de la opción.
- Fecha del ejercicio: es la fecha en la cual puede ejercese el derecho de compra o venta.
- Opción Europea: es la opción en el cual el derecho sólo se ejerce en la fecha del ejercicio(fecha de vencimiento).
- Opción Americana: es la opción en la cual el derecho puede ejercerse en cualquier momento.

2.4 Principales factores que determinan el precio de las opciones

1. Precio actual del activo subyacente(S).
2. Precio del ejercicio(K).
3. El tiempo de expiración(t).
4. La volatilidad del precio del activo subyacente(σ).
5. El tipo de interés libre de riesgo (r).

Los dos primeros factores determinan el valor intrínseco y el valor temporal.
PRECIO DE LA OPCION = VALOR INTRÍNSECO + VALOR TEMPORAL.

El valor intrínseco es el valor real o tangible de una opción.El valor temporal representa el tiempo de vida que resta a una opción y la posibilidad de que antes de su vencimiento haya movimientos de precio del activo subyacente y, consecuentemente, de la prima de la opción.

Si hay un movimiento del precio del activo subyacente, los precio de las opciones de compra subirán y los de las opciones de venta bajarán

La volatilidad es una medida del movimiento del precio de un activo subyacente durante un tiempo dado.

3 PROCESOS ESTOCÁSTICOS Y FÓRMULA DE BLACK-SCHOLES.

En este capítulo nos introduciremos en los conceptos básicos de las herramientas que utilizaremos para los cálculos de los precios de las opciones de venta y compra. La explicación de algunos principios y su demostración es fundamental para el desarrollo de la teoría financiera que permite evaluar óptimamente el precio de la opción.

El poder analizar, estudiar y lo más importante prever la conducta o el comportamiento de ciertos sucesos.

3.1 Proceso Estocástico.

Un proceso estocástico es una familia de variables aleatorias { X(t), t e T }, clasificada mediante un parámetro que varía en un conjunto índice T y X, representa una característica de interés medible en el tiempo t.

Un proceso estocástico describe la evolución temporal de una variable aleatoria.

Existen diferentes tipos de procesos estocásticos que se clasifican de acuerdo al parámetro tiempo t el tipo de variable X(t).

- De tiempo discreto: aquel en el que la variable puede cambiar de valor únicamente en instantes concretos del tiempo.
- De tiempo continuo: aquel en el que la variable puede cambiar de valor en cualquier instante del tiempo.
- De variable discreta: aquel en el que la variable sólo puede tomar determinados valores discretos.
- De variable continua: aquel en el que la variable puede tomar cualquier valor de la recta real.

Nuestro objetivo será deducir un proceso estocástico de variable continua y en tiempo continuo adecuado para describir el comportamiento de variables económico financieras (precios de activos, precios de las acciones, rendimientos de activos, tipos de interés).

3.1.2 Proceso Estocástico Estacionario.

El proceso estacionario significa "equilibrio estadístico" por ejemplo si tomamos una realización y dividimos el tiempo en intervalos, las secciones de la realización se parecen, en el sentido que las propiedades estadísticas no cambian en el tiempo.

Estos procesos pueden pensarse como medidas en un sistema estable que ha alcanzado un estado de equilibrio, en la actualidad son pocos los sistemas estables debido a la variabilidad de los procesos por diferentes razones.

3.1.3 Proceso de Wiener.

Un proceso de Wiener es un tipo especial de proceso estocástico de Markov. Una variable x_t se dice que sigue un proceso de Wiener si cumple la ecuación:

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$$

- X_0 conocido;
- $t = t-1+\Delta t$;
- ε_t sigue una distribución de probabilidad N(0,1);
- ε_t es independiente de ε_s para todo t<>s.

La función de probabilidad de una variable de Wiener es normal con media 0, y varianza σ_t^2.

3.1.4 Proceso de Ito.

Los procesos de Ito son una generalización del proceso de Wiener en que las constantes a, b pueden ser a su vez funciones determinísticas del valor de x y del tiempo transcurrido t, algebraicamente se lo puede expresar:

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz$$

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

3.1.4.1 Lema de Ito.

El precio de las opciones es una función con respecto a la variación de los precios de los activos subyacentes en el tiempo; para este estudio es la soya; el precio de algunos derivados es una función de variables estocásticas con respecto al tiempo.

Suponemos que el valor de la variable x, sigue el proceso Ito.

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz$$

El lema afirma que cualquier función f(x,t), de x y t siguen a su vez el proceso.

$$dG = \left(\frac{\partial G}{\partial x}a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial G^2}{\partial x^2}b^2\right)dt + \frac{\partial G}{\partial x}bdz$$

Donde dz es el mismo proceso Wiener descrito anteriormente y de está manera G también sigue un proceso Ito, con tasa aleatoria.

3.1.5 Proceso seguido por el precio de una Acción o una divisa.

Tanto las acciones como las divisas siguen procesos estocásticos, pero antes de postular un proceso cualquiera debemos recalcar algunos aspectos acerca de los precios.

El precio de una acción o activo financiero no puede ser jamás negativo, por lo que el proceso que describa su evolución debe impedir la aparición de valores negativos.

El movimiento en el precio de una acción o activo es aproximadamente proporcional a su valor.

El proceso de Ito satisface nuestras anteriores condiciones.

El término σ se denomina volatilidad de S, es decir, la desviación típica de sus rendimientos, mientras que el término μ corresponde al rendimiento esperado.

3.2 La fórmula de Black-Scholes

A principios de los setenta, Fisher Black y Myrón Scholes realizaron un descubrimiento científico de gran importancia en la valoración de las opciones.

El modelo para calcular el precio de las opciones de Black-Scholes, es el modelo económico con mayor éxito de toda la teoría financiera y económica del siglo XX, ofrece directamente una estrategia que permite cubrir el riesgo en una posición de opciones.

3.2.1. Hipótesis que asume el Modelo de Black-Sholes.

Las siguientes condiciones son necesarias para la aplicación del modelo de Black-Sholes.

1.-El precio de un activo subyacente sigue un proceso Ito, de tipo ds=μSdt+σSdz.
2.-La venta a corto de activos está permitida, sin restricciones sobre el uso del dinero así generado.
3.-No existe costo de transacción, ni impuestos.
4.-Todos los activos son infinitamente divisibles.
5. -El activo no paga dividendos durante la duración del instrumento derivado.
6. -No existen oportunidades de arbitraje.
7. -El mercado es continuo.
8. -El tipo de interés sin riesgo, r, es constante y es el mismo para todos los plazos.

3.2.2 Principales Formulas de Black-Sholes.

$$C = e^{-rt} \int_{\ln K}^{\infty} (e^{\mu} - k)\phi(\mu)du = SN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

$$p = Ke^{rT}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln(S/K) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/K) + (r - \frac{\sigma^2}{2})T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

N(x) es la función de probabilidad acumulada de la variable normal estándar. En otras palabras, es la probabilidad de que una variable con una distribución normal estándar sea menor que x.

Las variables C y P son los precios de las opciones europeas de compra y venta respectivamente, S es el precio de las acciones o del activo subyacente.

K es el precio del ejercicio, r el tipo de interés libre de riesgo.
T es el tiempo hasta el vencimiento y σ es la volatilidad del precio de las acciones.

Cuando el precio del activo subyacente S es muy grande, una opción de compra es casi cierto que se ejercerá entonces tanto d1 como d2 son muy grandes y N(d1) y N(d2) son cercanos a uno.

3.3 Sensibilidad de las Opciones.

Las fórmulas de valoración no sólo dan el precio de una opción a partir de cualquier combinación de variables; también muestra cómo el precio obtenido va a cambiar ante cualquier cambio concreto de las variables.

La Sensibilidad Delta es la primera derivada del precio de la opción con respecto al subyacente.

La Delta es la proporción en que varía el valor justo teórico de una opción por el cambio del precio del activo subyacente.

La Sensibilidad Gama es la variación teórica de la delta de una opción por cada dólar que cambie el activo subyacente.

La Sensibilidad Theta es la pérdida teórica por cada día que pasa.

El valor de theta mide la sensibilidad del precio de la opción al paso del tiempo hasta que la opción termine.

La Sensibilidad del valor justo de una opción a los cambios en su volatilidad teórica se la mide por su vega.

La sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés se mide por su Rho.

4 Estimación de la Volatilidad del precio del quintal de soya en el Mercado Ecuatoriano.

Un método para el cálculo de la volatilidad es usar un registro donde se establezcan los movimientos del precio del activo subyacente durante cierto lapso de tiempo.
Definamos los siguientes parámetros:

n: número de observaciones.

Si: precio del activo subyacente al final del periodo i, (i=0,1,2,......n)

T: duración del intervalo de tiempo en años.

Representamos con:

$$\mu_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$$

A una estimación de s(σ), de la desviación estándar de μ se expresa:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\mu_i - \bar{\mu}\right)}$$

que se pude expresar también como:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\mu_i^2 - \frac{1}{n(n-1)}\left(\sum_{i=1}^{n}\mu_i\right)^2}$$

TABLA II
ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD DEL PRECIO MENSUAL DE LA SOYA POR MEDIO DE DATOS HISTORICOS

Meses	Precio	Precio Relativo	Rentabilidad Diaria	
	S	S_i / S_{i-1}	$\mu_i = \ln(S_i / S_{i-1})$	μ_i^2
1	13,83			
2	13,84	1,00057837	0,0005782	3,3432E-07
3	13,56	0,980263158	-0,019934215	0,00039737
4	12,92	0,953020134	-0,048119248	0,00231546
5	12,65	0,978873239	-0,021353124	0,00045596
6	12,47	0,985611511	-0,014493007	0,00021005
.	.	.	.	.
n-2	15,01	0,999667	-0,00033306	1,1093E-07
n-1	16,38	1,090909091	0,087011377	0,00757098
n	16,84	1,027777778	0,027398974	0,0007507

A continuación calculamos los siguientes valores:

$$\sum_{i=1}^{64} \mu_i^2 = 0.72018 \qquad \sum_{i=1}^{64} \mu_i = 0.1964$$

Reemplazamos en la siguiente formula para calcular la estimación de la desviación estándar de la rentabilidad diaria:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_i^2}{n-1} - \frac{(\sum_{i=1}^{n}\mu_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{0.72018}{63} - \frac{(0.1964)^2}{(64*63)}} = 0.1068$$

Como los precios están medidos mensualmente, entonces un año tiene 12 meses, por lo tanto la volatilidad estimada por año es de

$$0.1068 * \sqrt{12} = 0.3702 = 37.02\%$$

4.1 Estimación de la Volatilidad del precio de quintal de soya mediante el Modelo GARCH(1,1).

El modelo a utilizar es el general autoregresivo con heterocedasticidad condicional (GARCH).

La principal característica del modelo GARCH es que reconoce que la volatilidad y la correlación no son constantes en el tiempo.

En las variables económicas, se observan periodo de relativa estabilidad, seguidos de intervalos de alta volatilidad, antes de volver a la estabilidad, estos son lo llamados procesos heteroscedásticos condicionales auto regresivo.

El modelo GARCH (p,q) fue presentado por Bollerslev (1986) como una generalización del modelo de Engel (1982) y aplicado a serie de tipo de interés por Engle, Lilien y Robbins (1987); Engle, Rothschild (1990); y Engle.

El modelo GARCH para la estimación de la volatilidad se expresa de la siguiente manera:

$$\sigma_{n}^{2} = \varpi + \alpha \mu_{n-1}^{2} + \beta \sigma_{n-1}^{2}$$

TABLA III
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL MODELO GARCH(1,1)

	S_i	$\mu_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}}$	$\nu_i = \sigma_i^2$	$-\ln(\nu_i) - \frac{\mu_i^2}{\nu_i}$
1	13,83			
2	13,84	0,00057837		
3	13,56	-0,02030347	3,3451E-07	-1217,42912
4	12,92	-0,04697987	0,00041223	2,43986897
5	12,65	-0,02112676	0,00220711	5,91384385
6	12,47	-0,01438849	0,00044634	7,25059341
n-3	15,02	-0,01476378	0,00061913	7,03513858
n-2	15,01	-0,000333	0,00021797	8,43064812
n-1	16,38	0,09127249	0,03454116	3,12442277
n	16,84	0,02777778	0,00833067	4,69518958

Para estimar los parámetros del modelo GARCH(1,1) tenemos que maximizar la siguiente función objetivo:

$$\mathrm{MaxFO:} \sum_{i=1}^{n} - \ln(\nu_i) - \frac{\mu_i^2}{\nu_i}$$

Reemplazando los valores de los parámetros en la ecuación del modelo GARCH(1,1) tenemos el siguiente resultado:

$$\sigma_{n}^{2} = 0.153572 + 0.316443 \mu_{n-1}^{2} + 0.683556 \sigma_{n-1}^{2}$$

5 Aplicación del Modelo de Black-Sholes para el precio del quintal de Soya.

En este capitulo realizaremos la aplicación del modelo de Black-Sholes para la valoración de opciones de compra y venta. Para el cálculo de los precios de las opciones de compra y venta necesitaremos de un software financiero llamado "DerivaGem Versión 1.5 ",.

5.1 Definición de parámetros requeridos para el calculo de los precios de las opciones de compra como de venta para el programa Derivagem 1.5 .

P: Precio Actual del quintal de soya en dólares ($), el el primer dato a ingresar y el programa lo llama Stock Price.

S: Desviación estándar por año (Volatilidad), es el segundo dato a ingresar en porcentaje el programa lo llama Volatility (% per year) que es el 37%.

Rf: Tasa de Interés libre de Riesgo del mercado, es el tercer dato a ingresar y el programa lo llama Risk-FreeRate que es 5.72%.

T: Fecha de vencimiento de la opción, es el cuarto dato a ingresar y el programa lo llama Time to Exercise que es 5 meses pero se ingresa 5/12.

Pex: Precio de ejercicio de la opción en dólares ($), es el último dato a ingresar y el programa lo llama Exercises Prices que es $ 11.53.

Para obtener los precios actuales del quintal de soya y los precios de ejercicio se recurrió a la simulación de datos. Se generó cien variables aleatorias con media $11.28 y desviación estándar de 37% que sería la volatilidad del precio del quintal de Soya estimada por datos históricos.

Con la simulación de los precios vamos a obtener pares ordenados que son el precio actual del quintal de soya y el precio de ejercicio.

Tomando como referencia que al cierre de la semana 45 del presente año la tasa libre de riesgo es 5.72%.

Con respecto a la fecha de Vencimiento de las opciones se tendrá diferentes alternativas que pueden ser semanas, meses y un año.

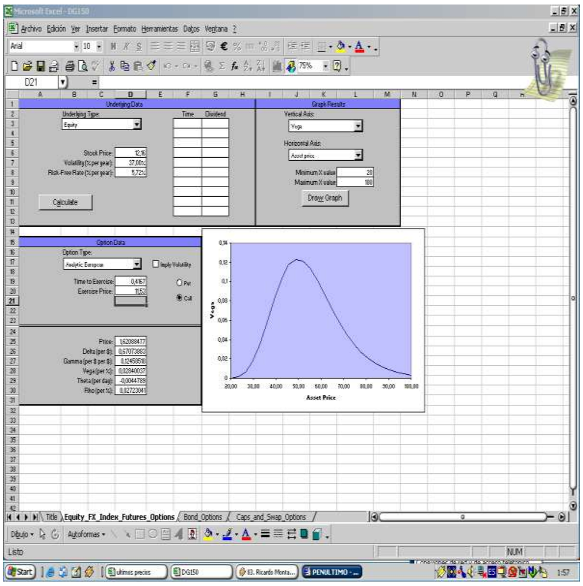
5.1 Ejemplo para calcular el precio de la opción de Compra:

Queremos saber cual es el precio para la opción de compra europea con el precio actual del quinta de soya fijado en $ 12.16, la tasa libre de riesgo del mercado es de 5.72%, la volatilidad de 37.02%, el tiempo de ejercicio o fecha de vencimiento en 5 meses, en el programa es equivalente a 5 dividido para 12, debido a que el año tiene 12 meses y el precio del ejercicio se lo fijo en $11.53 por quintal.

TABLA IV
RESULTADOS DEL PROGRAMA DERIVAGEM PARA CALCULAR EL PRECIO DE LA OPCIÓN

Price:	1,62088477
Delta (per $):	0,67073883
Gamma (per $ per $):	0,12458518
Vega (per %):	0,02840037
Theta (per day):	-0,0044789
Rho (per %):	0,02723041

GRAFICO 5.1
APLICACIÓN DEL SOFTWARE DERIVAGEM -VERSIÓN 1.5



Underlying Type: Equity

Stock Price: 12,16

Volatility (% per year): 37,02%

Risk-Free Rate (% per year): 5,72%

Vertical Axis: Vega

Horizontal Axis: Asset price

Minimum X value: 20

Maximum X value: 100

Option Type: Analytic European

Time to Exercise: 0,4167

Exercise Price: 11,53

○ Put

● Call

Price: 1,62088477

Delta (per $): 0,67073883

Gamma (per $ per $): 0,12458518

Vega (per %): 0,02840037

Theta (per day): -0,0044789

Rho (per %): 0,02723041

TABLA V
RESULTADOS NUMERICOS PARA EL PRECIO DE LAS OPCIONES DE COMPRA (CALL) MEDIANTE EL METODO DE BLACK-SHOLES

Tiempo	P	Pex	Precio de la Opción	Delta	Gama	Theta	Vega	Rho
1 Semana	11,17	11,52	0,1014	0,2897	0,5970	0,0053	-0,0145	0,0006
3 Semana	10,81	11,16	0,2520	0,3909	0,3996	0,0100	-0,0094	0,0023
1 Meses	11,37	11,23	0,5830	0,5847	0,3211	0,0128	-0,0087	0,0051
2 Meses	11,75	11,06	1,1530	0,7052	0,1944	0,0165	-0,0061	0,0119
1 trimestre	11,72	11,22	1,2098	0,6574	0,1695	0,0215	-0,0054	0,0162
5 Meses	11,92	10,45	2,1232	0,7794	0,1042	0,0228	-0,0039	0,0299
1 Semestre	10,47	11,23	0,9050	0,4889	0,1456	0,0295	-0,0037	0,0211
8 Meses	11,19	10,79	1,7360	0,6546	0,1090	0,0337	-0,0034	0,0373
1 Año	11,69	11,34	2,1793	0,6634	0,0844	0,0427	-0,0030	0,0558

TABLA VI
RESULTADOS NUMERICOS PARA EL PRECIO DE LAS OPCIONES DE VENTA (PUT) MEDIANTE EL METODO DE BLACK-SHOLES

Tiempo	P	Pex	Precio de la Opción	Delta	Gama	Theta	Vega	Rho
1 Semana	11,17	11,52	0,4387	-0,7103	0,5970	0,0053	-0,0127	-0,0016
3 Semana	10,81	11,16	0,5652	-0,6091	0,3996	0,0100	-0,0076	-0,0041
1 Meses	11,37	11,23	0,3896	-0,4153	0,3211	0,0128	-0,0070	-0,0043
2 Meses	11,75	11,06	0,3580	-0,2948	0,1944	0,0165	-0,0044	-0,0064
1 trimestre	11,72	11,22	0,5505	-0,3426	0,1695	0,0215	-0,0037	-0,0114
5 Meses	11,92	10,45	0,4071	-0,2206	0,1042	0,0228	-0,0023	-0,0127
1 Semestre	10,47	11,23	1,3483	-0,5111	0,1456	0,0295	-0,0019	-0,0335
8 Meses	11,19	10,79	0,9323	-0,3454	0,1090	0,0337	-0,0018	-0,0320
1 Año	11,69	11,34	1,1989	-0,3366	0,0844	0,0427	-0,0014	-0,0513

CONCLUSIONES

1. La producción nacional de Soya es de alrededor de 60.000 TM al año, las mismas que se cosechan en un 95% en el ciclo de verano, concentradas en la Provincia de Los Ríos, esto equivale a 52.000 TM de Torta de Soya y a 12.600 TM de aceite crudo.

2. La demanda anual de Torta de Soya, por parte de la industria de balanceados, que abastece a las industrias avícolas, se estima en alrededor de 240.000 TM, la producción local en el mejor de los casos cubre 3 meses de consumo, es decir cubre el 21.6% de esos requerimientos, mientras que en términos de aceite de soya esa cobertura es del 17.5% aproximadamente, el resto se satisface mediante importaciones.

3. Los precios domésticos del grano de soya, los establece el mercado en función de los costos de oportunidad de las importaciones, donde se presentan distorsiones con los países vecinos, que contraen los mencionados precios.

4. Las opciones permiten reducir los costos de transacción, aumentan la liquidez del mercado en general y posibilitan tomar posiciones.

5. Las opciones permiten administrar y reducir el riesgo. Los productores y compradores de la soya pueden reducir los riesgos operacionales y financieros a que están sometido ante cambios en precios de productos e insumos y en las tasas de interés.

6. El modelo de serie de tiempo GARCH es capaz de capturar el aspecto del agrupamiento de la volatilidad.

7. La aplicación de este método no sólo permite el cálculo de una esperanza condicional sobre la base de un modelo univariante, sino también de su varianza condicional que puede ser asociada a la idea de incertidumbre

8. El modelo GARCH(1,1) realiza predicciones confiables con respecto a las volatilidades del cambio porcentual del precio del quintal de soya y la principal característica es que reconoce que la volatilidad y la correlación no son constantes.

9. La variable precio del activo subyacente afecta al precio de la opción de compra positivamente esto quiere decir que si el precio del activo subyacente sube o disminuye en el precio de la opción de compra ocurre lo mismo; lo contrario ocurre con el precio de la opción de Venta que tiene una relación negativa con el precio del activo subyacente.

10. La volatilidad que es una medida de incertidumbre, que afecta al precio de la opción de compra o venta de manera positiva lo que quiere decir que si aumenta o disminuye la volatilidad sube o disminuye el precio de la opción de compra y venta. La estimación de la volatilidad para el año 2002 es de 37% anual.

11. El precio de ejercicio es una variable que afecta al precio de la opción de compra negativamente es decir que cuando sube o baja el precio de ejercicio el precio de la opción de compra baja o sube respectivamente; y cuando el precio de ejercicio aumenta o disminuye en el precio de la opción de venta ocurre lo mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. David Ford (1994) “ Invertir en el Mercado de Opciones” Financial Times (España) .

2. James Rodríguez de Castro (1996) “ El riesgo flexible” Ciencia de CDN La Dirección (México).

3. JHON C. Hull (1999) “ Options, Futures & other Derivates” Printice Hall 4 th Edition (EE.UU)

4. Jaime Díaz Tinoco y Fausto Hernández Trillo (1997) “ Futuros y Opciones Financieras, Una introducción”.