Capitulo I

INTRODUCCIÓN DE LA SOYA EN EL ECUADOR Y A LOS INSTRUMENTOS DERIVADOS FINANCIEROS.

1.1 Antecedentes.

El presente trabajo trata de la valoración de opciones sobre la venta y compra del quintal de soya en el mercado Ecuatoriano, enfocado a recuperar el sistema productivo de la soya que debido a la inestable situación climática, económica y política ha presentado problemas que han impedido el crecimiento de este sector. En este trabajo se utilizan las herramientas financieras llamadas “Instrumentos Financieros Derivados” como las opciones, futuros y otros con el fin de resolver problemas que se presentan en este mercado.

Con estas herramientas tanto el productor como el comprador tendrán la confianza y la garantía de sus transacciones y negocios.

Es importante que la investigación se ajuste a las demandas reales de los compradores para que los productores produzcan de manera adecuada, en este caso los productores de soya, que obedecen en ultima instancia a las exigencias actuales del mercado y a las perspectivas del mismo

1.1.1 Antecedentes de los Instrumentos Financieros Derivados.

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.

La descripción del riesgo que vamos a emplear en este estudio es una descripción matemática, porque el riesgo proviene de que los precios y las variables financieras se muevan constantemente de manera aleatoria y no seamos capaces de predecir el futuro, por esto corremos el riesgo. Y sin embargo; podemos evitar el riesgo porque tenemos la teoría estadística para tratar la incertidumbre de manera rigurosa.

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.

La aparición de los nuevos instrumentos financieros derivados(como los futuros, contratos, opciones, los swaps, los forwards, entre otros), han revolucionado los mercados de inversión y de cobertura de riesgo, desde su nacimiento.

Para valorar cualquier instrumento financiero y en este estudio las opciones nos hacemos dos preguntas acerca del instrumento en cuestión: ¿Cuánto vale hoy? Y ¿Cuánto y como se mueven las variables que determinan su valor?. La repuesta a estas preguntas es siempre matemática.

En la actualidad con la globalización y con las aperturas de nuevos mercados es necesario un nivel matemático suficiente para trabajar con estos instrumentos financieros derivados.

Si los involucrados en los temas de negocios y transacciones no entienden estos instrumentos no podrán controlar los riesgos que se tomen ni planear nuevas direcciones estratégicas para el futuro, que dependan de nuevos productos y de la evolución del mercado.

La característica principal de estos instrumentos financieros que determinan sus aplicaciones es su enorme flexibilidad. Y tienen una larga historia que tal vez comenzó en Francia por los años 1600.

Los instrumentos financieros derivados en otros países han creado una verdadera revolución en el ámbito financiero y comercial haciendo posible responder a los cambios y al riesgo que estos presentan en los diferentes mercados, en el Ecuador no se han desarrollado debido a que las instituciones publicas y privadas no se interesan por mantener el crecimiento de la producción, asegurando las producciones y sus ventas de manera eficiente y eficazmente.

1.1.1.1 Antecedentes de las Opciones.

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.

El propietario de una opción ha comprado el derecho de comprar o vender el activo. El emisor de una opción está en la parte contraria de esta transacción y es quien ha vendido el derecho, esto quiere decir que tiene la obligación de satisfacer el derecho del propietario entonces debe comprar o vender el activo si el propietario decide ejercer la opción. El propietario tiene el derecho, pero no la obligación de comprar o vender. El vendedor no tiene derechos, sino que tiene una obligación y debe esperar a ver que quiere hacer el propietario con su opción.

Existen dos tipos de opciones, las opciones de venta y las opciones de compra. Una opción de compra da a su propietario el derecho de comprar el activo en el caso que la opción se ejerza. Una opción de venta da al propietario el derecho de vender el activo en el caso que se ejerza la opción.

El valor que se basa la opción es el activo o activo subyacente. Las opciones tienen una vida determinada, esta vida queda determinada en el contrato por el emisor y por el propietario. El precio dependerá del tipo de opción de que se trate y del precio de compra o de venta que con ella se asegure.

El precio específico es el que el propietario de una opción puede comprar o vender los activos subyacentes en caso de que se ejerza y se conoce como “precio de ejercicio”. La retribución es el costo de la opción y se conoce como prima. La prima es lo que paga el comprador (propietario) al vendedor (emisor) y representa la máxima perdida para el comprador (propietario) y el máximo beneficio para el vendedor (emisor).

El propietario de una opción tiene dos alternativas, hacer uso del depósito y comprar las opciones que se conoce como ejercer la opción y la otra alternativa es no hacer nada y perder su depósito lo que se conoce como abandonar la opción.

Una opción es un activo en si mismo y puede comprarse y venderse en el mercado en cualquier momento de su vida. Esto quiere decir que el propietario de una opción tiene una tercera posibilidad de vender la opción en el mercado para obtener beneficios. La compra venta de opciones es una transacción sin certificado, es por medio de un contrato.

Al describir las opciones normalmente se incluye cuatro tipos de información que es el activo subyacente, la fecha de vencimiento, el precio de ejercicio y el tipo de opción (compra o venta).

1.1.1.1.1 Ventajas de las Opciones.

Las opciones permiten un grado de control del riesgo que no permite ninguna otra inversión. La flexibilidad de las opciones permite aumentar el riesgo y así obtener ganancias muy elevadas o disminuirlo y asegurar unas acciones, una producción de activos o una cartera de valores contra un movimiento de precios adversos.

La principal ventaja de las opciones consiste en que con un desembolso reducido se permite controlar grandes cantidades de activo, un riesgo a la hora de comprarlas y la posibilidad de obtener beneficios en un mercado al alza, a la baja, o estable.

Las opciones permiten a los inversores aprovecharse de los movimientos del mercado de valores o de acciones para especular y obtener unos beneficios potencialmente muy elevados o para asegurarse contra una posible caída de los precios y limitar así las perdidas. Las opciones de venta no se introdujeron hasta 1981.

Las opciones tienen algo que ofrecer a todos los inversores, desde el inexperto sin cartera hasta el experto y conocedor inversor que posee una cartera de valores. Algunas de las ventajas de las opciones es el riesgo limitado al comprarlas, la probabilidad de beneficios en un mercado al alza o la baja, un desembolso relativamente pequeño en comparación con la cantidad de activo invertido.

A finales del siglo pasado los avances matemáticos desencadenaron en los primeros intentos serios de calcular el precio de una opción desde un punto de vista teórico.

El modelo para calcular el precio de las opciones en este estudio es el de Black-Scholes, que 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.

Otra ventaja de este modelo es de requerir de muy poca información sobre el mercado para calcular precios de opciones. La única información que será necesario obtener del mercado es el precio del activo subyacente que para este estudio es la soya, su tipo de interés, el tipo de interés en el mercado y cuanto se mueve el precio del activo (volatilidad).

Dentro de este contexto el objetivo de este estudio es analizar el comportamiento de la producción de la soya , a través del precio, de la producción, de la demanda, de la importación de la soya, de las temporadas altas y bajas de la producción y demanda. Para esto se emplearán técnicas estadísticas y financieras, modelos de series de tiempo y los instrumentos financieros derivados en especial las opciones.

1.2 El cultivo de la soya.

La soya se originó en Asia hace aproximadamente 5000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales como el Chino, el Japonés y en la actualidad en los países de América.

El nombre botánico de la soya es “Glycine Max”, y es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm. La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm. de longitud, y cada vaina contiene de 2 a 3 granos de soya, se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. El fríjol soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 a 38 grados, y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros sobre el nivel del mar. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café.

GRÁFICO 1.1

LA SOYA EN GRANO

La planta es muy sensible a la luz, y la radiación solar controla la transformación del período vegetativo al de la floración y también afecta la velocidad de crecimiento durante la etapa de maduración. La soya se puede cosechar en diferentes ciclos agrícolas y puede formar parte de la rotación de cultivos. La planta se cosecha aproximadamente 120 días después de la siembra.

El fríjol de soya se ha caracterizado por ser la oleaginosa que más se cultiva en el mundo, desde el punto de vista de la superficie destinada al cultivo, así como por el volumen de producción obtenido. En este sentido los principales países productores destinan importantes montos de recursos para apoyar su producción, dejando a segundo término otras como el girasol, el ajonjolí, etc.

1.2.1 Derivados de la soya.

La soya no solamente es fuente de proteínas de buena calidad, también proporciona aceite de soya, grasas insaturadas, fibra dietética y lecitina. Hoy, el mundo empieza a darse cuenta cuán nutritiva y económica fuente de proteínas es realmente la soya. Y en los años por venir, la proteína de soya puede convertirse en un alimento importante para la salud y buena nutrición de la población mundial.

La cadena agroindustrial de la soya y derivados, tiene una bifurcación tanto en producción de torta de soya para balanceados, fundamentalmente para la industria avícola y en aceite crudo para las industrias de refinación.

Se ha incrementado en forma importante el cultivo de soya destinado a la industrialización para el abastecimiento de tortas y/o harinas de soya para consumo animal y para la extracción de aceite. La producción de torta y/o harina de soya ha sido absorbida, especialmente por las fábricas de alimentos balanceados para aves. La producción de soya destinada a la obtención de aceites y grasas, significa un gran porcentaje en la producción total, entonces realizaremos un análisis de la producción destinados a este fin.

Este es un motivo para que áreas tan extensas de tierras agrícolas sean dedicadas al cultivo de especies oleaginosas. El aceite y grasas son componentes de la dieta humana. Las grasas vegetales contienen ácidos grasos que son indispensables para el crecimiento y la salud. Las grasas son importantes en la dieta humana porque ciertas vitaminas se encuentran en ellas. Sin la presencia de las grasas la absorción de esas vitaminas, llamadas liposolubles, sería problemática.

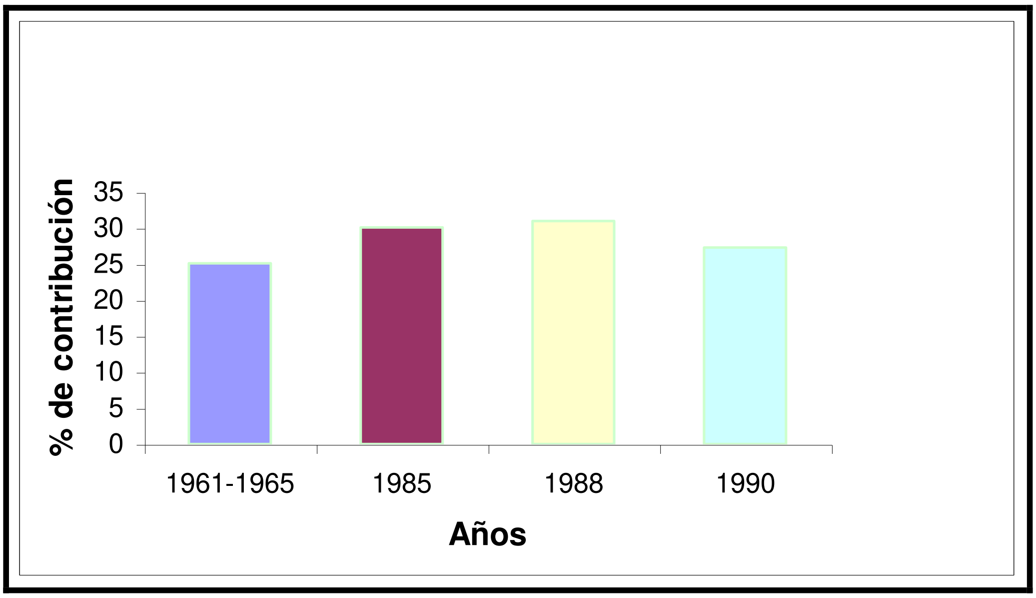
Otro aspecto es que en las grasas hay mayor concentración de energía, así que ponen a disposición del organismo humano mayor energía en menores volúmenes de alimentos.

En los últimos años en Ecuador se ha promovido el cultivo de oleaginosas tendiente a sustituir las importaciones de grasas y aceites de origen vegetal y satisfacer la demanda interna de tortas de oleaginosas para consumo animal, también el cultivo de soya destinado a la industrialización para el abastecimiento de tortas y/o harinas de soya para consumo animal y para la extracción de aceite.

Por la influencia de las grasas y los aceites en la dieta humana la disponibilidad actual de aceites y grasas vegetales por habitante es casi el doble de la que era hace unos cincuenta años.

GRAFICO 1.2

CONTRIBUCIÓN DE LA SOYA EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACEITES.



En los últimos treinta años, la soya ha alcanzado pequeños incrementos de sus porcentajes en la contribución en la producción mundial de aceites vegetales, esto se ha mantenido en una franja del 25% al 30% de contribución de la soya.

1.2.2 Antecedentes de la Soya en el Ecuador.

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.

Unos de los graves problemas del área soyera es que tanto los productores como los compradores nunca llegan a un acuerdo equitativo para que las dos partes se encuentren satisfechas.

1.2.2.1 Manejo de cultivo de la Soya en el Ecuador.

Por las características del cultivo, poco exigente en humedad, tolerancia a la mayoría de plagas con excepción de la "Mosca Blanca" y a las enfermedades de fácil control y a su capacidad de fijar nitrógeno al suelo, se lo utiliza en la rotación con maíz duro o arroz en la zona tropical intermedia.

Al momento no hay una alternativa aceptada por los agricultores que sustituya a la soya en el litoral, razón por la cual se considera que se la continuará sembrando a pesar de la baja rentabilidad y de las dificultades para comercializará.

1.2.2.2 Niveles tecnológicos de la soya en el Ecuador.

A inicios de los años noventa, los rendimientos fluctuaban entre 1.8 TM/ha y 2 TM/ha para los productores más tecnificados, mientras que a un nivel tradicional la productividad media fue de 1.5 TM/ha , lo que indica un decrecimiento en el nivel tecnológico utilizado y la incidencia en los factores ambientales adversos a finales de la década.

1.2.2.3 Semilla de la soya en el Ecuador.

En el País hay poca disponibilidad de semilla certificada de soya, razón por la cual más del 90% de la superficie sembrada en el últimos períodos se realizó con la denominada semilla reciclada (aquella que se siembra por varios ciclos pero que proviene de variedades mejoradas), lo cual incide en la baja productividad.

Según un estudio realizado sobre la zona y épocas de siembra para la producción de semilla de soya, se concluye que la zona de Portoviejo es la más adecuada para el efecto por sus condiciones de humedad relativa, precipitación y temperatura; también las zonas de Calceta, Rocafuerte, Isidro Ayora, Taura, Daule, Milagro, San Carlos y Babahoyo.

1.2.2.4 Cosecha y Manejo Post-Cosecha de la Soya en el Ecuador.

En los cultivos de mediana y gran extensión la cosecha se realiza con máquinas para el corte de las plantas, que luego son trilladas con máquinas estacionarias. Los productores pequeños cortan a mano y trillan a máquina. Debido a que los agricultores no disponen de la infraestructura para la limpieza, secado y almacenamiento, el producto se vende inmediatamente después de cosechado, lo que implica descuento por humedad e impurezas, reduciendo el ingreso para el productor.

1.2.2.5 Proceso Agroindustrial de la soya en el Ecuador.

El aceite y torta de soya que se produce en el país se procesa en seis empresas extractoras de aceites, de las cuales tres están ubicadas en Manabí, dos en Guayas y una en Pichincha. El 20% es adquirido en grano por las empresas fabricantes de alimentos balanceados, que luego del proceso de tostado o extrusión es incorporada a la fórmula alimenticia.

La torta de soya representa alrededor del 72% de grano luego del proceso industrial y el aceite aproximadamente el 18%. Debido a la limitada producción de grano y al sistema del proceso, las empresas extractoras prefieren importar aceite crudo de soya para refinarlo en el país, con lo cual logran tener precios más competitivos de aceite y mayor rentabilidad.

1.3 Comercialización de la Soya en el Ecuador.

1.3.1 Comercialización Interna de la Soya.

En la comercialización de la producción de grano de soya intervienen las principales empresas extractoras de aceites: Ales, La Fabril, Danec, Epacen, Jabonería Nacional, así como las empresas avícolas y los comerciantes e intermediarios que a su vez abastecen a estas empresas o venden el grano a Colombia. La empresa La Favorita que antes procesaba el 40% de la soya nacional ha desmontado el equipo de extracción de soya y no participa en la compra del grano nacional. Para la producción de aceite, las empresas importan alrededor de 5000 TM al mes de aceite desgomado de soya durante la mayor parte del año.

El sector avícola y de alimentos balanceados consumen directamente el 20% de la producción anual en grano para tostarlo o extrusarlo y compra toda la producción de torta de soya producida por las compañías extractoras en los meses de producción nacional (octubre a diciembre).

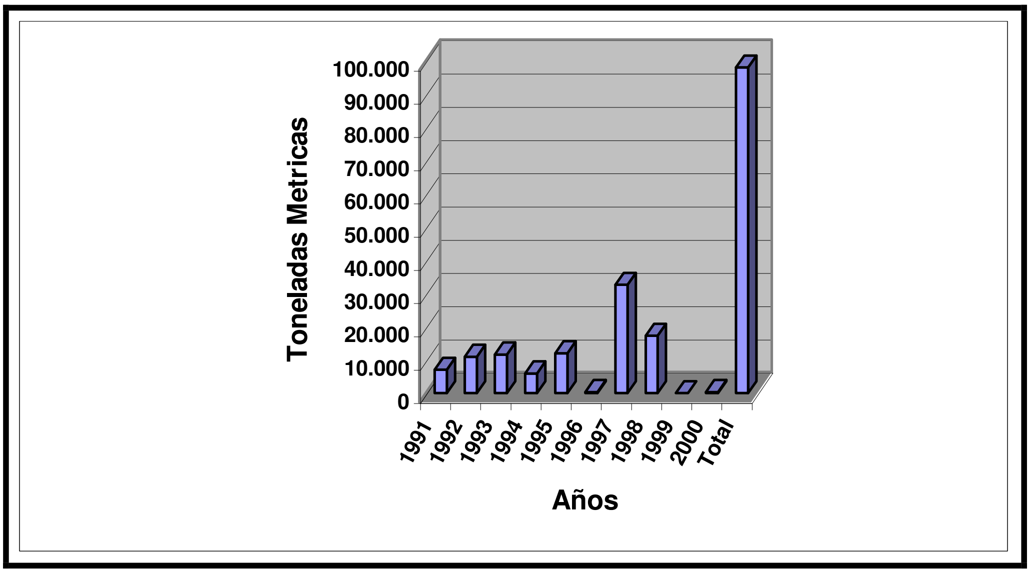
La industria aceitera adquiere la soya en los meses de la cosecha de verano (septiembre a diciembre), pero el proceso es lento debido a que la capacidad de las plantas no permite procesar más de 10.000 TM de soya al mes para producir aceite y torta. En los tres meses de cosecha, los aceiteros pueden procesar únicamente el equivalente a 30.000 TM de la producción del grano.

La importación de soya sucede en todos los meses del año pero con mayor participación en los meses en que la producción del País es baja, es decir de Enero a Agosto.

GRAFICO 1.3

IMPORTACIÓN DE GRANO DE SOYA DEL ECUADOR: 1991-2000

(TM)



Como se pude apreciar en el gráfico, observamos que la Importación de grano de soya en el Ecuador se ha mantenido por debajo de las 10.000 TM anuales entre 1991 y 1995. En los años 1997 y 1998 fueron especiales porque se dieron la mayores importaciones de grano de Soya lo cual se debió al fenómeno “El Niño” que afectaron las plantaciones. Ecuador importa en la actualidad **37.947** TM de grano de soya.

TABLA I

IMPORTACIONES DE GRANO DE SOYA DEL ECUADOR: 1991-2000 (TM)

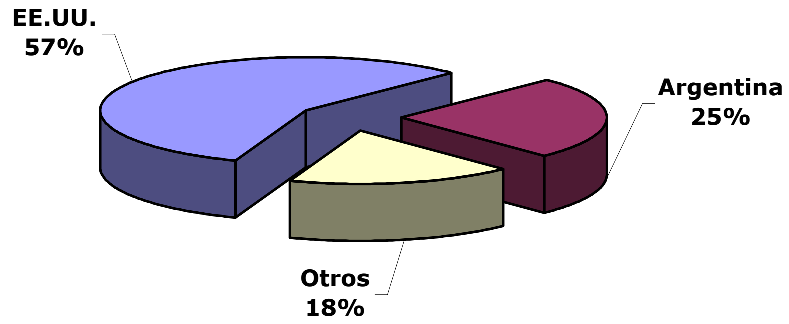
Años	Volumen (TM)	Países de Origen (TM)		
		EE.UU.	Argentina	Otros
1991	7.020	7.020	0	0
1992	10.953	5.039	5.914	0
1993	11.600	0	0	11.600
1994	5.940	0	5.940	0
1995	12.000	0	12.000	0
1996	300	300	0	0
1997	32.586	32.586	0	0
1998	17.268	10.818	722	5.728
1999	0	0	0	0
2000	310	0	288	22
Total	**97.977**	**55.763**	**24.864**	**17.350**

Fuente: Banco Central del Ecuador

La estadística nos indica que las importaciones de grano de soya se ha mantenido en niveles normales y en casos que la importación ha sido 0, lo que ocurrió en el año 1999. En el año 1997 se importo la mayor cantidad de toneladas métricas llegando a 32.586 TM.

GRAFICO 1.4

PARTICIPACIÓN DE LOS PAISES IMPORTADORES DE SOYA DEL ECUADOR



Fuente: Banco Central del Ecuador

El 57% de las importaciones de grano de soya llegan de EE.UU., el 25% de Argentina y el 18% de otros países entre ellos Brasil, Colombia y Bolivia. En este aspecto Bolivia tiene ventajas competitivas especiales en la producción de soya, que se resume en: suelos muy fértiles, menores costo de producción, por menor uso de insumos y mejores rendimientos.

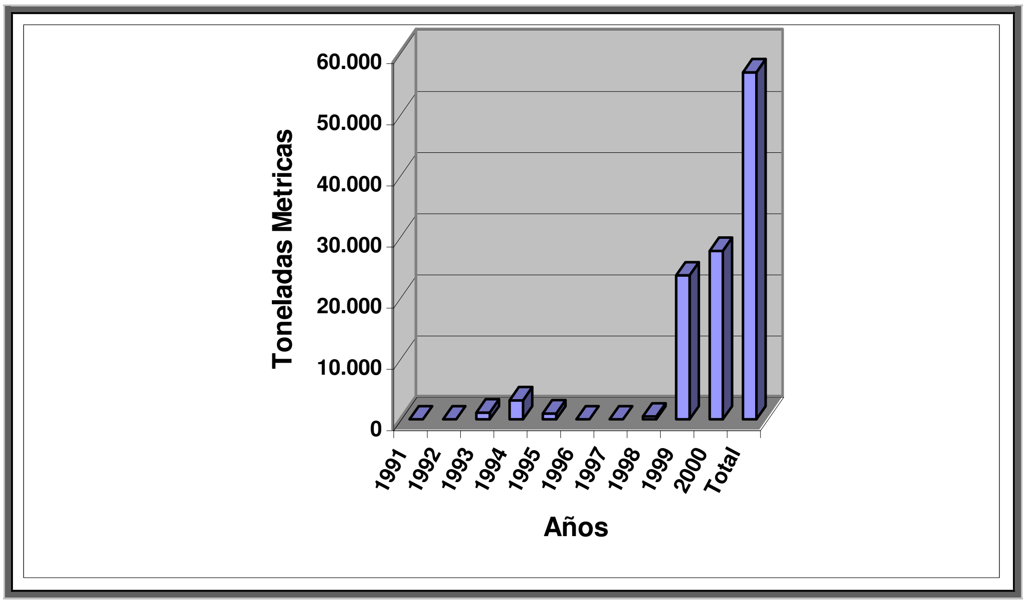
1.3.2 Comercialización Externa de la soya.

Cuando los precios internacionales del grano son altos y existe producción nacional, se generan exportaciones a Colombia, en donde las plantas extractoras(que tienen capacidad del proceso) producen torta que en parte es reexportada al Ecuador.

Se estima que la exportación de grano es de hasta el 40% de la cosecha nacional, cifra que puede aumentar dependiendo del precio. Debido a la baja capacidad de proceso en Ecuador el precio de la torta nacional es más alto que en Colombia, país que tiene un arancel reducido para importar grano debido al denominado “Plan Vallejo”, que produce una perforación arancelaria dentro del Sistema Andino de Franjas de Precios (SAFP).

GRAFICO 1.5

EXPORTACIÓN DE GRANO DE SOYA DEL ECUADOR: 1991-2000 (TM).



Como se pude apreciar en el gráfico, observamos que la Exportación de grano de soya del Ecuador se ha mantenido en niveles bajo hasta el año 1998. En los años 1999 y 2000 el Ecuador ha exportado la mayor cantidad de toneladas métricas de Soya. El Ecuador exporta en la actualidad **72.994** TM de grano de soya.

TABLA II

EXPORTACIONES DE GRANO DE SOYA DEL ECUADOR: 1991-2000 (TM).

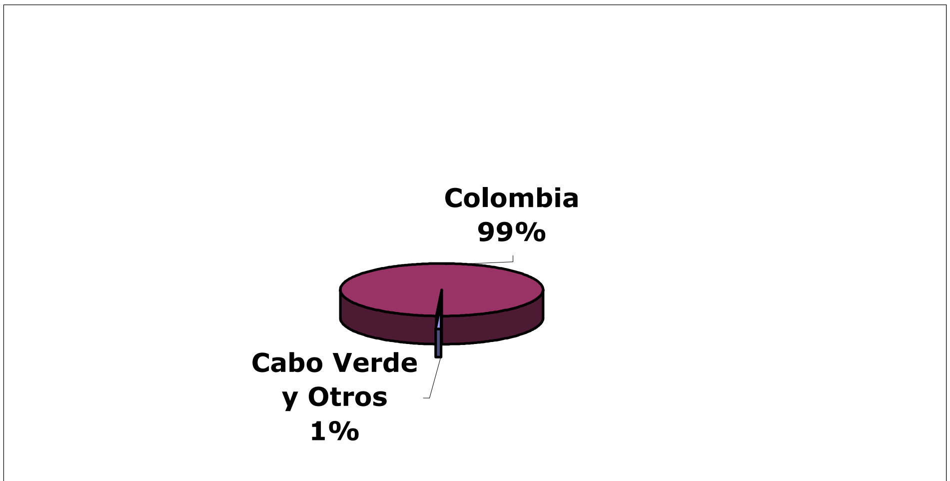
	Volumen	Países de Destino (TM)		
Años	**(TM)**	**Cabo Verde**	**Colombia**	**Otros**
1991	0	0	0	0
1992	0	0	0	0
1993	1.129	0	1129	0
1994	3.104	0	3.104	0
1995	970	0	970	0
1996	0	0	0	0
1997	0	0	0	0
1998	471	0	465	6
1999	23.535	250	23285	0
2000	27524	226	27298	0
Total	**56.733**	**476**	**56.251**	**6**

Fuente: Banco Central del Ecuador

Las exportaciones a Colombia en su mayoría se realizan a través de intermediarios que adquieren el producto a los acopiadores nacionales o directamente al productor. También hay una pequeña exportación formal por parte de los propios agricultores, a través de los gremios, que han empezado procesos de acopio para la venta directa al mercado colombiano, lo cual les permite obtener un mejor precio.

GRAFICO 1.6

PARTICIPACIÓN DE LOS PAISES DE DESTINO DEL GRANO DE SOYA ECUATORIANO



Fuente: Banco Central del Ecuador

En el gráfico podemos apreciar que las exportaciones en su mayoría se realizan hacia Colombia. Las posibilidades de ampliar las exportaciones al mercado colombiano dependen de que el producto nacional logre precios competitivos en comparación con los del mercado internacional y en especial con los de Bolivia que también exporta a ese país.

1.3.3.- Oferta-Demanda de la Soya en el Ecuador .

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.

La demanda mensual de torta de soya es de 18.000 TM, para suplirlas se realizan importaciones periódicas desde enero hasta octubre de cada año. Dependiendo del volumen de la producción de verano, en ciertos años también se importa en octubre y noviembre.

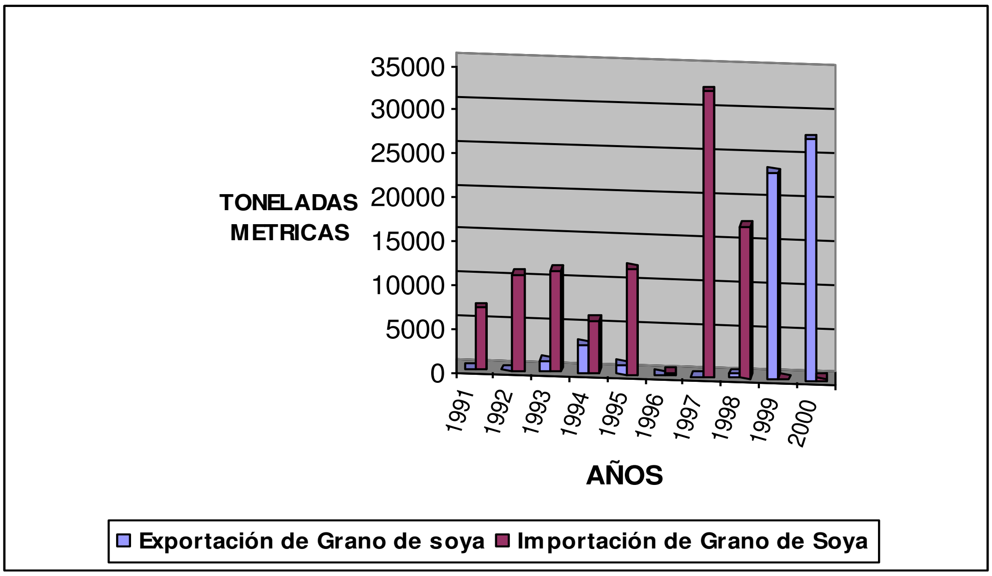
En 1998 se importaron alrededor de **17.300** TM de grano de soya; con respecto a torta se registra un volumen de importación que superó más de la 200.000 TM, situación que se debió a la poca oferta interna por efectos del fenómeno de “El Niño”. En 1999 se importaron cerca de 120.000 TM de torta de soya para cubrir la demanda de siete meses de consumo industrial, en este año ingresaron al país en calidad de donación 30.000 TM de torta de soya, que fueron vendidas por el programa PL-480.

En el año 2000 ingresaron 30.000 TM de torta de soya y 8.500 TM de aceite crudo de desgomado de soya, provenientes de una donación de los Estados Unidos para el Programa de Alimentación Escolar y de Bienestar Social.

Estas cantidades se reducen de las importaciones totales que requiere el sector privado, que es el que compra las donaciones; estas adquisiciones son cotizadas a precios similares a los de una importación comercial normal, incluyendo aranceles y tasas.

GRAFICO 1.7

EXPORTACIÓN E IMPORTACIÓN DE GRANO DE SOYA:1991-2000 (TM)



La comparación de las exportaciones con las importaciones del grano de soya puede ayudarnos a observar que en los años 1999 y 2000 se realizaron importantes volúmenes de exportación de grano de soya mientras que la importación fueron bajas. Esto ha ayudado a los productores y compradores para incrementar la producción de soya y ganar confianza en el mercado respectivamente.

La disminución de la superficie sembrada con soya en Colombia por la inseguridad del agricultor debido a problemas internos, frente a la gran demanda de materias primas por parte de la industria de aceites y balanceados del vecino país, podría constituir un nicho de mercado importante para la soya ecuatoriana a largo plazo.

La demanda interna de torta de soya está alrededor de 180.000 TM al año, lo que significa aproximadamente 250.000 TM de grano y se debe considerar que el sector avícola registra un crecimiento de 9% anual.

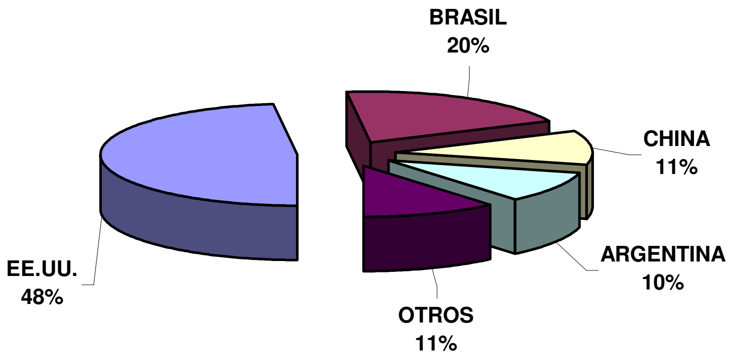
1.4 La soya en América y el Mundo.

Los últimos análisis detallados revelan que una tendencia importante de la agricultura latinoamericana ha sido la conversión de cultivos tradicionales como fríjol y maíz a cultivos como oleaginosas, en particular soya y sorgo. Se calcula que de la tierra incorporada al cultivo entre 1970 y 1980 cerca de 62% fue para oleaginosas, específicamente soya, y que otro 24% se destinó a trigo, arroz y sorgo. Entre 1978 y 1983 el área destinada al cultivo de soya aumentó en dos millones de hectáreas en el mundo.

Sin embargo, y pese a la importancia que éste producto representa en el mercado mundial (de él se obtiene la principal materia prima en la fabricación de alimentos balanceados, pasta de soya y aceite vegetal), la producción se concentra principalmente en cuatro países (éstos producen aproximadamente **89%** del total mundial). Los cuatro países son: Estados Unidos, Brasil, China y Argentina.

GRAFICO 1.8

PARTICIPACIÓN MUNDIAL EN LA PRODUCCIÓN DE SOYA



Fuente: www.sica.gov.ec

EE.UU. encabeza la producción y exportación mundial de soya y ha sido históricamente nuestro principal proveedor. Sin embargo, en la segunda mitad de los 90’ s, Argentina y Bolivia han tenido un mayor protagonismo. El 83% de las importaciones de torta de soya llegan de EE.UU., el 11% y 6% de Bolivia y Argentina respectivamente.

Al cultivo de las especies oleaginosas corresponde una significativa fracción de la producción agrícola mundial. El área cultivada con esas especies aumenta año tras año y ha llegado a cubrir en 1997 unos 140 millones de hectáreas, es decir aproximadamente un 10% del área total arable mundial. De los frutos y semillas cosechados se obtienen unos 60 millones de toneladas de aceites y grasas.

La soya es la oleaginosa de mayor importancia en el mundo y en países Latinoamericanos, su alto valor económico radica en la calidad de su aceite y pasta protéica que son industrializados en otros productos de valor agregado. La pasta protéica de soya es considerada como la más nutritiva dentro de las proteínas de origen vegetal.

En un mundo en el que escasean los alimentos, la soya es considerada como la planta más eficiente en la producción de proteínas que se obtiene de ganado criado en la misma extensión de tierra. La soya puede cultivarse en cantidades suficientemente grandes para ayudar a resolver algunos problemas de desnutrición en el mundo. Por más de 4000 años los chinos han aprovechado los beneficios de la soya. Sin embargo les ha tomado mucho más tiempo, a las personas de otras partes del mundo, para reconocer el potencial real de la soya.

1.5 Precios de la Soya.

1.5.1 Precio Interno.

Los precios internos de la soya es uno de los puntos más importantes en este estudio, los cuales ayudarán a los cálculos de las opciones y los otros instrumentos financieros derivados. El precio doméstico de la soya es una conjunción entre los precios de venta de aceite y la torta de acuerdo a la oferta-demanda local, más el margen de ganancia de las empresas, menos los costos de procesamiento y almacenamiento del grano. Como el precio doméstico está en un 20% por debajo del costo de importación, estamos ante una situación de desprotección que desestímula una recuperación del cultivo de la soya.

En realidad, la expansión de la producción de soya no se debió tanto a los niveles de precios oficiales sino a las medidas de regulación de las importaciones tendientes a asegurar un mercado estable a los industriales y a los agricultores. De otra manera la producción habría estado sometida a un fuerte grado de incertidumbre frente a las pronunciadas fluctuaciones de los precios internacionales. Estas necesidades han sido de gran importancia para una industria naciente.

Con la realización de esta tesis se podrá disminuir el grado de incertidumbre utilizando los instrumentos financieros derivados.

Los costos unitarios dependen de la zona de producción y del nivel tecnológico el mismo que está asociado al tamaño de la unidad de producción agropecuaria, para el año 2001, oscilaron entre 265 USD/ TM y 271 USD/ TM (10.00 USD/qq y 14.00 USD/qq) y con rendimientos que estuvieron entre 1.6 y 1.8 TM/ha.

Debido a los costos de procesamiento del grano, los precios de compra por parte del sector industrial se encontraban muy por debajo de los costos promedio de producción, y los mismos hubieran significado una virtual quiebra del sector productor soyero, con el consiguiente riesgo de conflictividad social en el corto plazo y la no disponibilidad de esta materia prima en el ámbito local en el mediano plazo, esto a su vez hubiera traído como consecuencia un sector industrial muy vulnerable frente a las distorsiones del mercado internacional, truncando además el proceso de rotación de cultivos de soya de gran beneficio para la fertilidad de los suelos, este es uno de los motivos por los cuales la producción de soya ha bajado y con este estudio se quiere ayudar a este sector para fortalecer el sector productivo y mejorar la Comercialización de la soya.

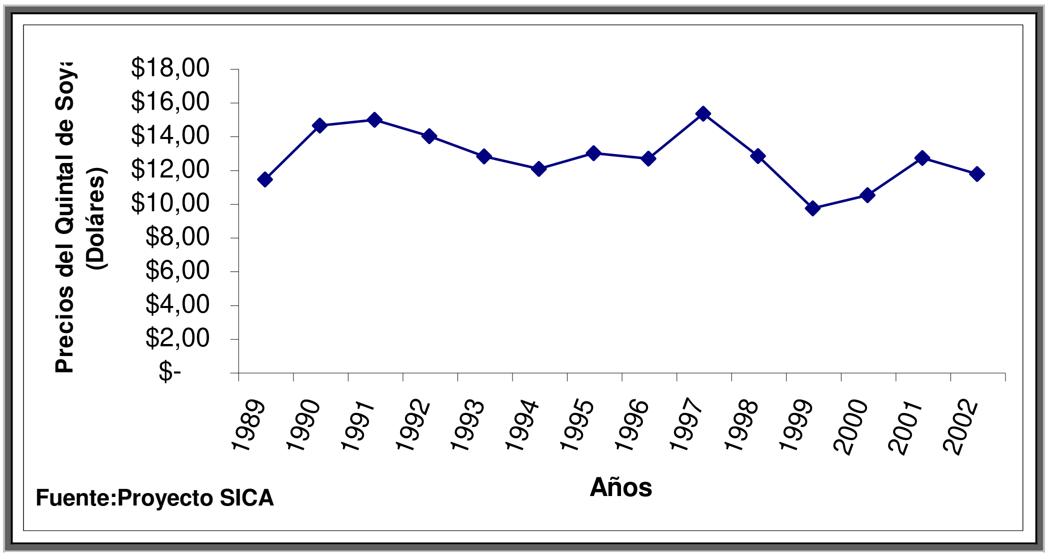
En Ecuador el universo de compradores de grano de soya es cada vez más restringido, esto favorece prácticas oligolopólicas, ejemplo de esto es que en el pasado existían cinco empresas que adquirían toda la cosecha nacional y en la actualidad son solo dos debido a que no es viable para las otras mantener abiertas las instalaciones de procesamiento de soya para un volumen tan bajo de cosecha nacional y en un corto periodo del año.

Para mejorar la compra de la materia prima y que sea atractiva el precio doméstico debe ser inferior al costo de importación, cuando esto no sucede se estimulan las importaciones. 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.

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. Ello ha estado asociado a medidas proteccionistas que contribuyeron a las acciones de fomento del cultivo de la soya.

GRAFICO 1.9

EVOLUCIÓN ANUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA EN EL ECUADOR: 1989-2002 (DÓLARES).



Fuente:Proyecto SICA

Analizando el gráfico anterior podemos decir que los precios anuales del quintal de soya no han sido muy variable año tras año alcanzando el mínimo en el año 2002 y el máximo en 1997, y se aprecia una tendencia estable, este análisis de los precios anuales no podría mostrar un comportamiento real de estos precio, en el siguiente capitulo analizaremos los últimos años del comportamiento de los precios mensuales del quintal de Soya en el mercado ecuatoriano para tener una mejor perspectiva del comportamiento mensual del precio de quintal de soya.

1.5.2 Precios Internacionales.

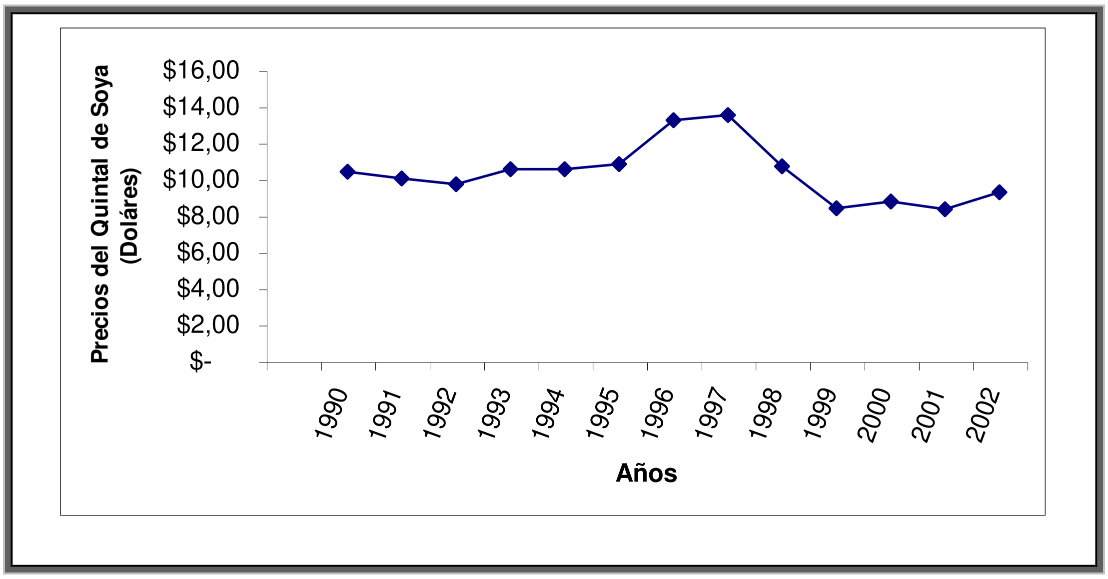
En este estudio se analizará los precios internacionales de la soya, por la influencia que ejerce sobre la producción y en los precios en el mercado nacional. Los procesos de apertura y liberalización de mercados han evidenciado las debilidades de la producción nacional de soya, lo que sumando a las afectaciones de la mosca blanca y del Niño, han provocado una sensible reducción del área y producción del cultivo.

La apertura de las importaciones y la alta dependencia de los derivados de la soya hacen especialmente la información sobre la evolución del mercado internacional. El mercado internacional de la oleaginosa es uno de los más distorsionados por la existencia de una serie de subsidios a la producción y a la exportación por parte de los países desarrollados con la repuesta de medidas proteccionista por parte de los países en desarrollo; esto implica que los precios internacionales estén distorsionados.

El precio FOB Golfo de la soya en el año 2000 era de 232 USD/TM, siendo EE.UU. el mercado formador del precio internacional, acatándolos por consiguiente Argentina y Bolivia, en el caso particular de Bolivia el precio FOB debe ser más bajo para compensar los mayores costo de transporte.

GRAFICO 1.10

EVOLUCIÓN ANUAL DEL PRECIO INTERNACIONAL DEL QUINTAL DE SOYA: 1989-2002 (DÓLARES).



Analizando el gráfico anterior podemos decir que los precios internacionales anuales del quintal de soya no han sido muy variable año tras año alcanzando el mínimo en el año 2001 y el máximo en 1997, y se aprecia una tendencia estable, este análisis de los precios promedios anuales no podría mostrar un comportamiento real de los precios internacionales.

En el mercado de la soya existe la franja de precios que son límites para los precios de la soya. Los márgenes de posibles ganancias son realmente estrechos para los niveles actuales de costos y rendimientos. Debido a las distorsiones que se presentan en los mercados y precios internacionales de la soya, se estableció una franja para estabilizar los costos de importación.

La franja de precios de la soya tiene un precio piso y un precio techo; cuando el precio referencial internacional, está por debajo del precio piso, se cobra aparte del arancel un derecho adicional que eleva el costo de importación al menos al nivel piso, lo que protege a los productores de caídas bruscas en el precio internacional.

Si el precio internacional supera el precio techo, el mecanismo de franja otorga rebajas arancelarias a los importadores para acercar el costo de importación al nivel techo, con ello se protege a los consumidores industriales y a la población de alzas descontroladas en el precio internacional.

1.6 Consideraciones Ambientales.

En el mundo se está desarrollando, de manera creciente y sostenida, una demanda de productos agrícolas obtenidos de manera más limpia, con menor impacto ambiental e inclusos demandas específicas de productos orgánicos.

En la actualidad existe una notoria conciencia generalizada de la población mundial respecto a la necesidad de preservar los recursos naturales: suelos, agua, vegetación y fauna silvestre. Sin embargo, para evitar la depredación de dichos recursos y detener la expansión inconveniente de las fronteras agrícolas, se requiere propiciar técnicas alternativas de desarrollo del sector agropecuario con nuevos enfoques que incorporen la dimensión ambiental y los cambios tecnológicos adecuados para mejorar la competitividad, generando cadenas productivas que reciclen, reutilicen y recuperen los subproductos generados en las actividades productivas.

Lo anterior implica una producción intensiva de avanzada tecnología, que demanda conocimiento de las condiciones ecológicas/ ambientales y las formas adecuadas de manejo de estos y otros factores de producción.

1.7 FODA de la soya Nacional.

1.7.1 Fortalezas.

- 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.

1.7.2 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.

1.7.3 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.

1.7.4 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.

1.8 Instituciones, Gremios y servicios Nacionales relacionados con la Soya.

1.8.1 Servicios Nacionales.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) Dirección: Av. Eloy Alfaro y Amazonas. Teléfonos: (2)550-502 / (2)554-620 y Fax: (2)228-011
- Consejo Consultivo, Subsecretaría del Litoral Centro y Sur, Guayaquil.
- Dirección Nacional Agrícola (Semillas).
- Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria (SESA).
- Dirección Nacional de Recursos Naturales (DINAREN), Quito.

1.8.2 Instituciones

- Institutos Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Dirección: Av. Eloy Alfaro y Amazonas. Teléfono : (2)567-645 y Fax : (2)504-240
- Estación Experimental Pichilingue.
- Estación Experimental Boliche.
- Estación Experimental Portoviejo

1.8.3 Asociaciones.

- Asociación de Productores de arroz (ADEPA) Babahoyo.
- Asociación de Productores de Ciclo corto(APROCICO) Quevedo.
- Asociación de Productores Agrícolas de Ventanas.
- Asociación de Fabricantes de Alimentos Balanceados (AFABA) Teléfonos: (2)554 509 / (2)566 662, Quito.

- Corporación Nacional de Avicultores (CONAVE) Quito. Teléfonos: (2)464-281 / (2)464-282.
- Asociación de Productores de Aceites y Grasas(APROGRASE). Quito.

CAPITULO II

LA PRODUCCIÓN DE SOYA EN EL ECUADOR

2.1 Introducción

Durante los años, las políticas sectoriales de fomento, crédito, comercialización y asistencia técnica, estimularon el cultivo de soya, en rotación con arroz y maíz duro, para satisfacer la demanda de torta de soya y aceite comestible.

El esquema de sustitución de importaciones y de abastecimiento para las agroindustrias, en este caso de extracción de aceite y balanceados para avicultura, favoreció el crecimiento del área de cultivo aplicando medidas proteccionistas, aspectos que permitieron la siembra de 75 mil hectáreas a comienzos de los años 90.

La liberación de precios y la apertura de mercados por medio de los procesos de integración revertieron esa tendencia, debido a la ineficiencia de la producción Nacional de soya, además por la afectación de plagas como la “mosca blanca” que influyó en la reducción de la siembra en

1996. Posteriormente, frente a la presencia del fenómeno del niño en 1997 y la crisis financiera que afectó al país en el 99, se registró un nuevo decrecimiento de la superficie.

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. Esta política distorsiona el mercado, encubriendo las ineficiencias productivas.

La baja productividad es el principal limitante del cultivo de soya y se debe a la inadecuada localización agroecólogica, a la falta de variedades mejor adaptadas a las zonas productoras y a la incidencia de la mosca blanca. También existen deficiencias debido a las altas tasas de interés y a la limitada disponibilidad de crédito, que no permiten la inversión de tecnología, además de las tradicionales prácticas especulativas en la comercialización.

La situación nacional soyera está en una posición vulnerable respecto al mercado internacional, lo que debilita la producción de la soya.

El futuro del cultivo de la soya va a depender del incremento de su productividad con una adecuada regionalización del cultivo, del mejoramiento de las condiciones de crédito, de los mecanismos de comercialización para que las industrias extractoras de aceites y de alimentos balanceados puedan tener menores costos que Colombia; caso contrario este cultivo tendría serias limitaciones en competitividad. La recuperación del sector soyero seria viable sobre bases competitivas.

Todo el análisis, que se muestra posteriormente, corresponde a la superficie de hectáreas cosechadas, producción y rendimiento de la soya; y cuyos datos se encuentran en la “matriz de datos” ubicada en le **ANEXO I;** con lo que tratamos de reflejar y analizar el comportamiento del sector de la soya en Ecuador. Además un pequeño análisis del precio mensual del quintal de soya en el mercado ecuatoriano.

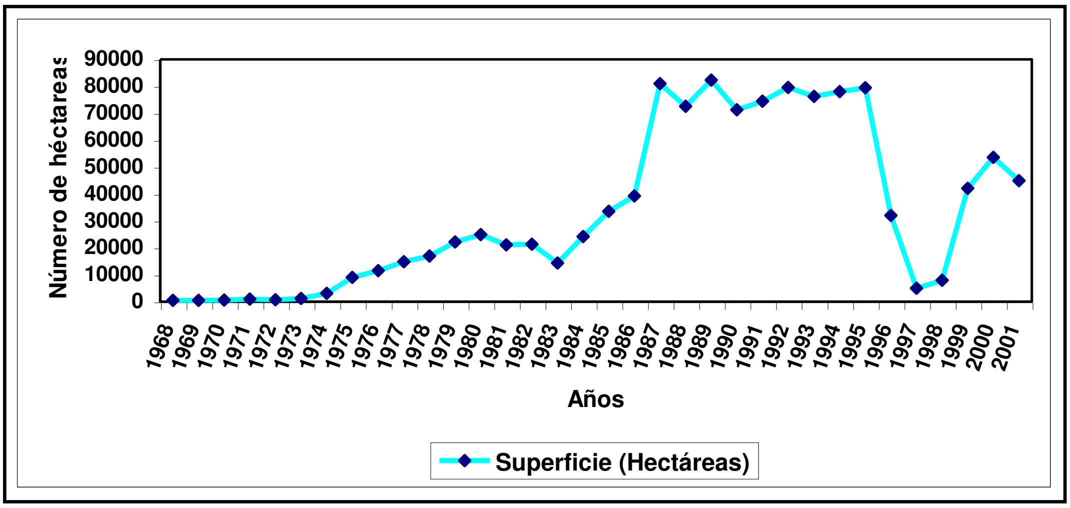
2.2 Superficie Cosechada de Soya.

La superficie cosechada se define como la cantidad de hectáreas productivas de grano de soya dentro de la superficie cosechada, es decir, representa la superficie aprovechada eficientemente de toda la superficie sembrada de grano de soya. Su unidad se la representa en hectáreas (Ha).

Está variable representa la superficie cosechada en el periodo 1968-2001. A continuación se analizará el comportamiento anual de la superficie cosechada de Soya.

GRAFICO 2.1

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA SUPERFICIE COSECHADA DE SOYA EN EL ECUADOR (HA.) (1968-2001)



En este grafico observamos que la variabilidad de la superficie cosechada ha sufrido alzas y bajas. En el periodo (1988-1996) la superficie cosechada no sufrió distorsiones pronunciadas, en este periodo la superficie estuvo en un nivel satisfactorio. En el año 1968 es cuando se comenzó a cosechar soya en el Ecuador; la superficie cosechada en ese año fue la mínima llegando solamente a 511 hectáreas. En los tres primeros años, es decir; desde 1968 hasta 1970 la superficie cosechada no tuvo mayores incrementos llegando en 1970 a cosecharse 610 hectáreas.

En el año 1971 la cosecha de soya aumenta en una proporción mayor a los años anteriores llegando a 949 hectáreas, pero en 1972 sufre una baja llegando a 725 hectáreas. A partir de 1973 la cosecha de soya comienza en aumentos considerables comparándolos con el inicio de la cosecha llegando en este año a 1200 hectáreas. Para el año 1974 se cosechó 3083 hectáreas, en el año 1975 se cosechó 8980 hectáreas; siguiendo con los aumentos de superficie cosechada para el año 1976 donde se llegó a cosechar 11490 hectáreas; luego en el año 1977 se cosechó 14830 hectáreas. Estos aumentos en la cosecha de soya alcanzaron para el año 1980 una superficie cosechada de 24943 hectáreas.

En el año 1981 la superficie de soya cosechada llegó a 21100 hectáreas, en los dos próximos años la superficie se mantuvo en una baja llegando a 14400 hectáreas para el año 1983, en el año 1984 la superficie aumento a 24200 hectáreas, a partir de este año la superficie de soya fue aumentando llegando a 39300 hectáreas en el año 1986. En el año 1987 la superficie de soya tuvo un aumento considerable llegando a cosecharse 80942 hectáreas, esta cantidad de hectáreas fue una de las mayores superficie cosechada de soya en el Ecuador.

En 1988 la superficie cosechada llegó a 72564 hectáreas, para el año 1989 la superficie llegó al máximo con 82270 hectáreas. A partir del año 1990 la superficie de soya cosechada en el Ecuador comenzó a sufrir bajas alcanzando en ese año 71298 hectáreas. Desde el año 1991 hasta el año 1995 la superficie cosechada en el Ecuador alcanzó alzas y bajas llegando en el año 1991 a 74500 hectáreas y para el año 1995 a 79490 hectáreas.

A partir del año 1996 empieza una baja debido a problemas climáticos y de plagas que diminuyeron la superficie cosechada, alcanzando en ese año 32000 hectáreas; estos problemas determinaron que la superficie cosechada siguiera bajando llegando a 5000 hectáreas en el año 1997 y a 8000 hectáreas en el año 1998. En los últimos años la cosecha de soya alcanzo una recuperación llegando a cosechar 42100 hectáreas en el año 1999, en el año 2000 se llegó a 53560 hectáreas y para el año 2001 a 45000 hectáreas, pero con estas mejoras en la cosecha no se pudo satisfacer la demanda del mercado.

A continuación en la tabla se presenta la estadística descriptiva.

TABLA III

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA SUPERFICIE COSECHADA ANUALMENTE DE SOYA EN EL ECUADOR: HECTÁREAS(HA): AÑO (1968-2001)

Tamaño de la muestra n (años)	34
Media	33571,8185 Ha
Mediana	23216,5 Ha
Máximo valor: año 1989	82270 Ha
Mínimo valor: año 1968	511Ha
Desviación estándar	29870,9957 Ha
Varianza	892276382 Ha
Intervalo de confianza para la media	$23531.064 \leq \mu \leq 43612.57$
Kurtosis	-1.280785684
Sesgo	0,534381484

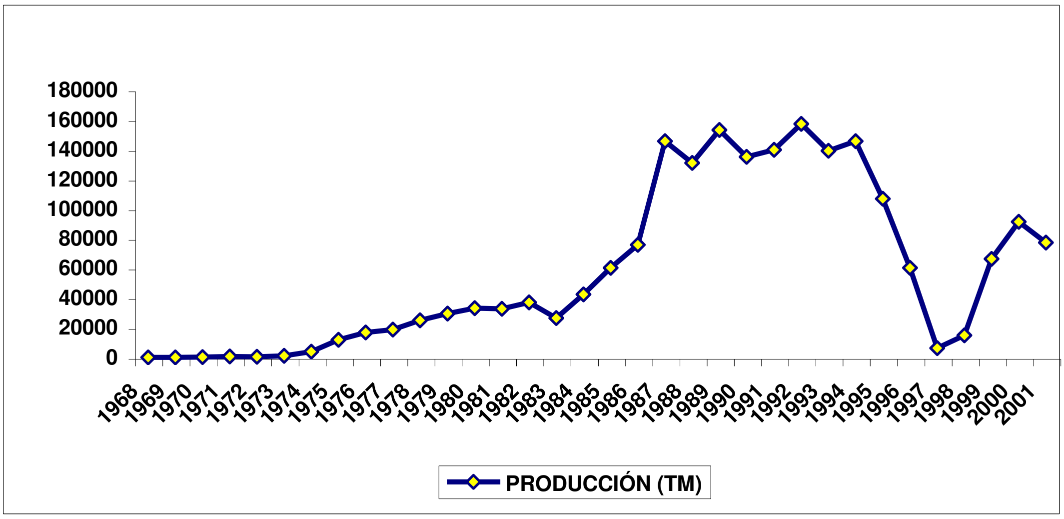
La tabla descriptiva nos muestra toda la información válida para un análisis y nos indica que el valor promedio de superficie cosechada en el periodo de **(1968-2001)** es 33571.81 hectáreas. En está tabla también se observa el valor de la mediana que es 23216.50 Ha. El mínimo de superficie cosechada es en el año 1968 llegando a 511 hectáreas y el máximo en el año 1989 cosechando 82270 hectáreas. Además la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que la superficie cosechada de soya anualmente se desvía en 29870.96 hectáreas con respecto a la media anual. El intervalo de confianza para los 34 años se encuentra entre 23531.064 y 43612.57 hectáreas con un 95% de confianza.

2.3 Producción de Soya.

Está variable representa la producción en el periodo 1968-2001, y su unidad de medida se encuentra en toneladas métricas (TM). Está variable se refiere a la cantidad de soya que se obtuvieron dentro de la superficie cosechada durante un periodo específico.

GRAFICO 2.2

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA PRODUCCIÓN DE SOYA EN EL ECUADOR (TM.) (1968-2001)



En este gráfico observamos que la variabilidad de la producción de soya ha sufrido alzas y bajas. En el periodo (1988-1997) la producción de soya no sufrió distorsiones pronunciadas, en este periodo la producción estuvo en un nivel satisfactorio. La producción de soya comenzó en el año 1968 con un nivel de 474 TM, para el año 1969 la producción de soya llegó al mínimo con 472 TM. A partir del año 1970 el nivel de producción se elevo pero no en gran proporción llegando en ese año 600 TM.

Entre los años 1971 y 1974 la producción de soya tuvo alzas y bajas pero no muy considerables; en 1971 la producción fue de 1087 TM, en 1972 alcanzó 847 TM, en 1973 llegó a 1538 TM y en 1974 la producción fue de 4378 TM.

Desde 1975 hasta el año 1979 la producción se mantuvo en constantes elevaciones partiendo con 12324 TM en 1975 y llegando a 29903 TM en el año 1979. Durante los siguientes tres años desde 1980 hasta 1982 la producción no tuvo alteraciones llegando en el año 1980 a 33549 TM, en 1981 a 33184 TM y para el año de 1982 a 37419 TM.

Para el año 1983 la producción de soya tuvo un descenso a 26845 TM, en el año 1984 la producción subió a 42847 TM. Para los próximos dos años la producción aumentó llegando en 1985 a 60690 TM y en el año 1986 a 76261 TM

Entre los años 1987-1994 la producción se mantuvo en un nivel satisfactorio sin muchas fluctuaciones, pero sin satisfacer la demanda de la soya en el mercado. En el año 1987 la producción fue de 146041 TM, en 1988 llegó a 131338 TM, en 1989 la producción fue de 153493 TM, en 1990 alcanzó 135466 TM, en el año 1991 aumentó a 140060 TM, en 1992 la producción llegó al máximo que fue de 157529 TM, para el año 1993 disminuyo a 139629 TM, en 1994 la producción llegó a 145897 TM, en 1995 comenzó una disminución en la producción debido a las condiciones climáticas y a otras razones, en este año la producción fue de 107312 TM.

En 1996 la producción bajo en forma considerable llegando a 60800 TM, en 1997 la producción siguió bajando llegando a niveles preocupantes para los productores alcanzando en ese año 6750 TM. En el año 1998 comenzó una pequeña recuperación produciendo 15200 TM en ese año, en 1999 la producción fue de 66837 TM, para el año 2000 aumento la producción alcanzando las 91741 TM para terminar en el 2001 con 77772 TM.

A continuación en la tabla se presenta la estadística descriptiva.

TABLA IV

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LA PRODUCCIÓN ANUAL DE SOYA EN EL ECUADOR: (TM) AÑO (1968-2001)

Tamaño de la muestra	34
Media	58828,31382
Mediana	35484
Desviación estándar	55193,41284
Varianza	3046312821
Máximo valor: año 1992	157529
Mínimo valor: año 1969	472
Intervalo de Confianza para la media	$40275.75 \leq \mu \leq 77380.87$
Kurtosis	-1,14790153
Sesgo	0,624065577

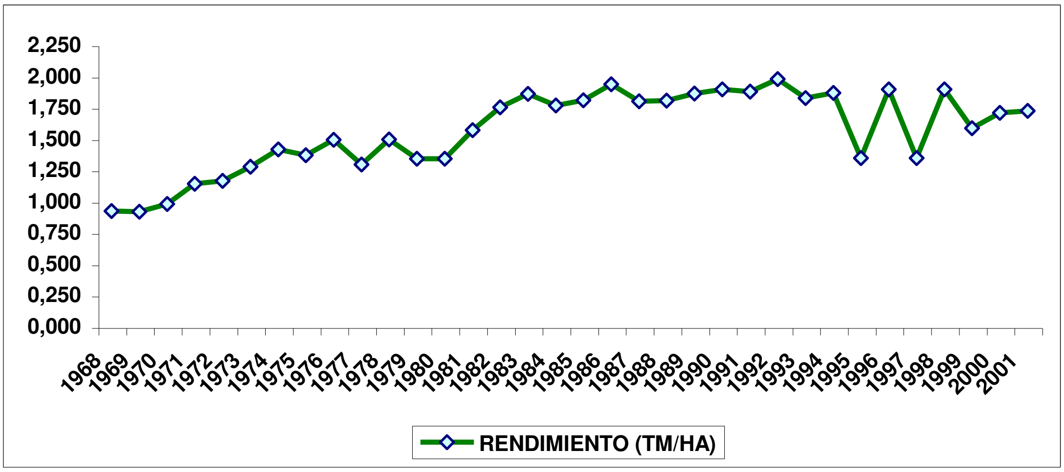
La tabla descriptiva nos muestra toda la información válida para un análisis y nos indica que el valor promedio de producción en el periodo de **(1968-2001)** es 58828.31 TM. En está tabla también se observa el valor de la mediana que es 35484 TM. El mínimo de producción cosechada es en el año 1969 llegando a 472 TM y el máximo en el año 1992 produciendo 157529 TM. Además la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que la producción de soya anualmente se desvía en 55193.41 TM con respecto a la media anual. El intervalo de confianza para los 34 años se encuentra entre 40275.75 y 77380.87 TM con un 95% de confianza.

2.3.1 Rendimiento de la Soya.

Está variable representa el rendimiento de la producción en el periodo **1968-2001**, y su unidad de medida se encuentra en (TM/Ha). Esta variable nos indica el nivel de tecnificación, tecnología y aprovechamiento utilizado por los productores para obtener el mejor rendimiento a través del tiempo. Debido a que las técnicas de extracción y tecnologías de cosechamiento han cambiado podremos observar si han sido aprovechadas por los productores para mejorar el rendimiento de la soya.

GRAFICO 2.3

COMPORTAMIENTO ANUAL DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE SOYA EN EL ECUADOR (TM/HA.) (1968-2001



Podemos notar en el grafico de la serie de tiempo que el rendimiento de la producción de soya no ha sido muy variable año tras año alcanzando el mínimo en el año 1997 y el máximo en 1992, no se aprecia ninguna tendencia del rendimiento.

En nuestro país la producción de soya tiene rendimientos que fluctúan entre 1.8 y 1.9 TM/ha, comparados con la producción extranjera que fluctúan entre 2.2 y 2.6 TM/ha, esto quiere decir que el rendimiento en el Ecuador está en un 20% inferiores a los de la media y a los de nuestros competidores en el futuro.

Esto se debe a muchos factores que influyen en el rendimiento de la producción de soya, a continuación citamos algunos:

- La limitaciones de la cosecha de la soya.
- Las variedades de soya que existen en el País solo son tres tipos de soya.
- La tecnología que se utiliza en la producción de soya no es avanzada comparada con los países de la competencia.
- Las condiciones climáticas y agroecológicas donde se siembra la soya no son las apropiadas para el total aprovechamiento de la producción de soya y otros factores que tienen como consecuencia

que el rendimiento de la producción de soya este por debajo de los demás países y de la competencia.

TABLA V

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL DE SOYA EN EL ECUADOR (TM/HA): AÑO (1968-2001)

Tamaño de la muestra n (años)	34
Media	1,57032558
Mediana	1,65022064
Desviación estándar	0,31586294
Varianza	0,09976939
Máximo valor: año 1992	1,98000251
Mínimo valor: año 1969	0,92367906
Intervalo de confianza para la media	$1.464 \leq \mu \leq 1.676$
Kurtosis	-0,81102229
Sesgo	-0,57812491

La tabla descriptiva nos muestra toda la información válida para un análisis y nos indica que el valor promedio del rendimiento anual de la producción de soya en el periodo de **(1968-2001)** es 1.570 (TM/Ha). En está tabla también se observa el valor de la mediana que es 1.650 (TM/Ha). El mínimo del rendimiento de la producción alcanzada es en el año 1969 llegando a 0.923 (TM/Ha) y el máximo en el año 1992 con un rendimiento de 1.980 (TM/Ha). Además la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que el rendimiento de la producción de soya anualmente se desvía en 0.315 (TM/Ha) con respecto a la media anual. El intervalo de confianza para los 34 años se encuentra entre 1.464 y 1.676 (TM/Ha) con un 95% de confianza.

2.4 Precios Nacional del quintal de Soya.

Está variable representa el precio mensual de la soya en el periodo 1998-2002, y su unidad de medida se encuentra en dólares por quintal de 100 libras. Esta variable nos indica el nivel de evolución de los precio de la soya. El precio que se analiza en este estudio es el precio al por mayor que se comercializa en los grandes mercados de las principales ciudades del Ecuador.

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.

El precio del grano y de la torta de soya a nivel interno, está relacionado con el costo de importación más los aranceles totales del Sistema Andino de Franjas de Precios. El arancel para la soya es de 15% que sumando el Derecho especifico Variable otorga una protección de alrededor del 40% y 43% para la torta. Esta variable de estudio es afectada por las temporadas de producción en el año y por la cotización del dólar en años anteriores.

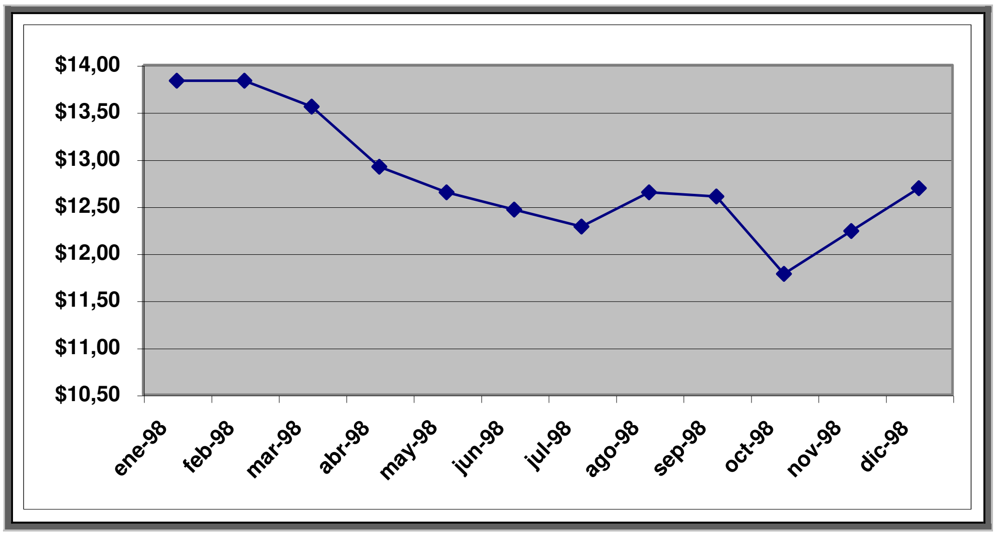
2.4.1 Precios mensuales del quintal de soya en el Ecuador. (1998-2002)

En el año 1998 se puede observar que el precio del quintal de soya en el mes de Enero y Febrero fueron los mayores de ese año llegando a $ 13.83 el quintal, a partir de este mes el precio de la soya va disminuyendo llegando al mes de Abril a $ 12.92 el quintal, luego en el mes de Julio el precio llegó a $12.29 el quintal.

En el mes de Octubre el precio del quintal de soya fue el mínimo de este año alcanzando $11.70 el quintal, pero a medida que llega los últimos tres meses los precios se incrementan alcanzando $12.69 el quintal en Diciembre. El promedio de este año fue de $12.69 el quintal. La tendencia del precio del quintal de soya para este año se la puede observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.4

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (1998)

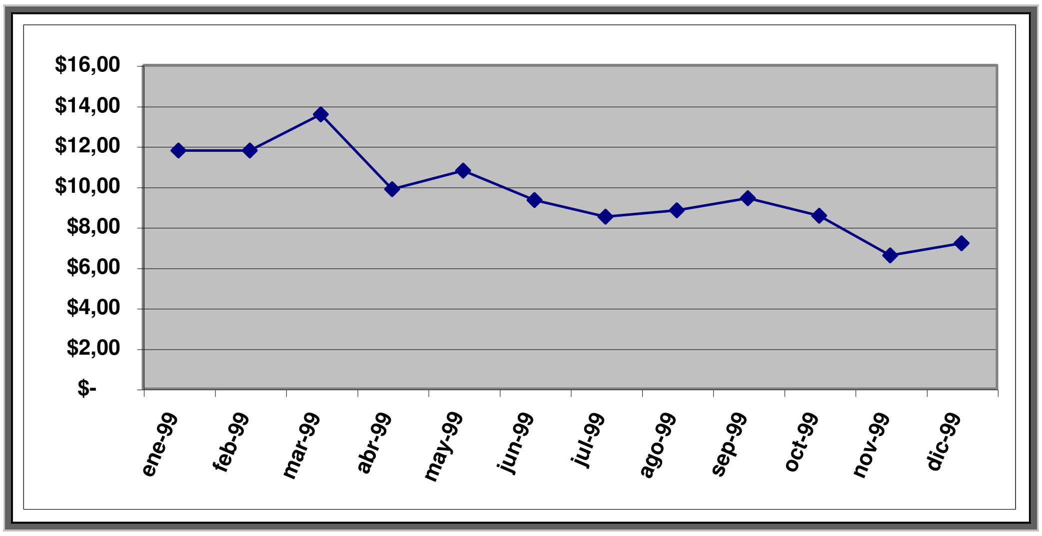


A comienzos del año 1999, el precio del quintal de soya en los meses de Enero y Febrero alcanzó $11.78 el quintal, menos comparándolo con el mes de Enero del año pasado. En el mes de Marzo el precio se recupera llegando a $13.56 el quintal el máximo de ese año.

En los siguientes meses el precio del quintal de soya decrece alcanzando en Julio $8.51 el quintal, en los últimos meses el precio del quintal de soya sufrió los precios más bajos de los últimos años llegando al mínimo en Noviembre a $6.60 el quintal de soya, la tendencia anual de los precios para este año fue decreciente. La principal razón por que los precios bajaron fue la difícil situación política y económica que vivió el País. El promedio de los precios para este año fue de $9.68 el quintal. La tendencia del precio del quintal de soya para este año se la puede observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.5

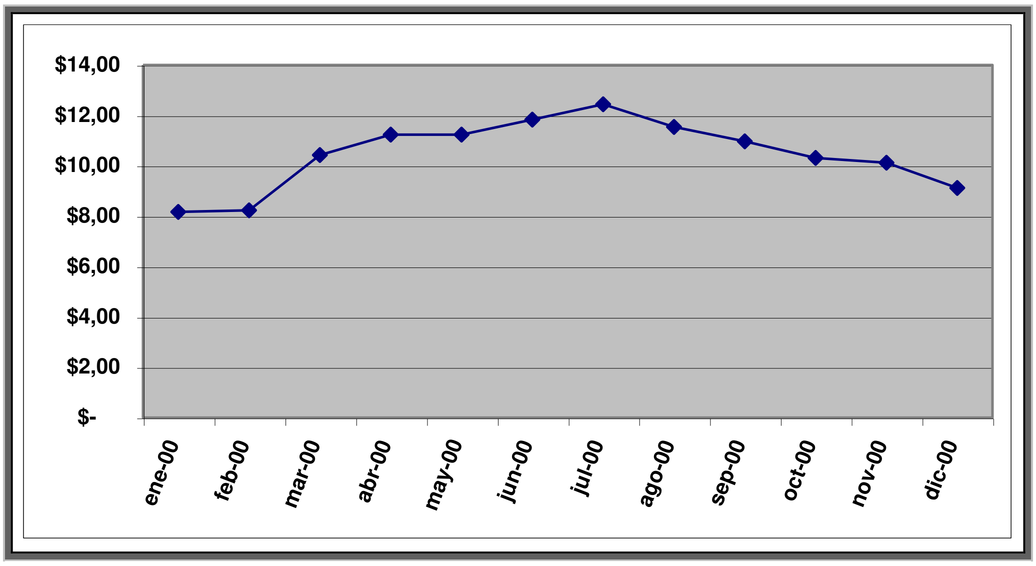
COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (1999)



En el año 2000 el precio del quintal de soya comienza con el mínimo en $8.17 en el mes de Enero, su precio se van incrementando en los próximos meses, pero en el mes de Julio el precio asciende al máximo de todo el año con $12.44 el quintal. En los meses siguiente el precio comienza a decaer, así culmina el año fijándose el precio de Diciembre en $ 9.12 el quintal. El promedio para este año fue de $10.47. La tendencia del precio del quintal de soya para este año se la puede observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.6

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (2000)

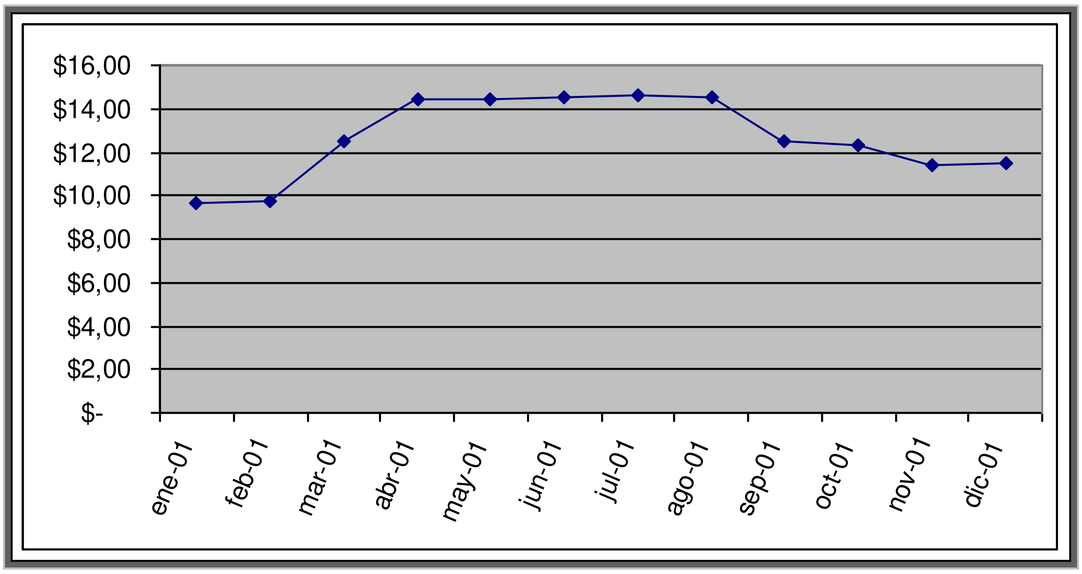


El año 2001, representa una tendencia similar con respecto a la del año anterior, empezando el año con el mínimo precio del quintal, es decir, en el mes de Enero el precio fue de $ 9.69 el quintal, así mismo en el mes de Julio se puede observar que la cota máxima del precio fue de $14.65 el quintal similar al año pasado.

En los siguientes meses, el precio comienza a decaer lentamente, el mismo que termina el año en $11.49 el quintal. La media del precio para este año fue de $12.68. La tendencia del precio del quintal de soya para este año se la puede observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.7

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (2001)



En el año 2002 el precio del quintal de soya comienza con el precio más bajo de los últimos años alcanzando en el mes de Enero solamente $ 7.96. En los meses de Febrero hasta Junio el precio asciende lentamente llegando a $8.96, pero en Julio sube el precio del quintal nuevamente a $10.06.

En los siguientes meses el precio se mantiene en alza alcanzando en el mes de Octubre a $13.21, y culmina el año 2002 alcanzando el máximo con un precio de $ 15.24. La media del precio para este año fue de $11.73. La tendencia del precio del quintal de soya para este año se la puede observar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.8

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (2002)

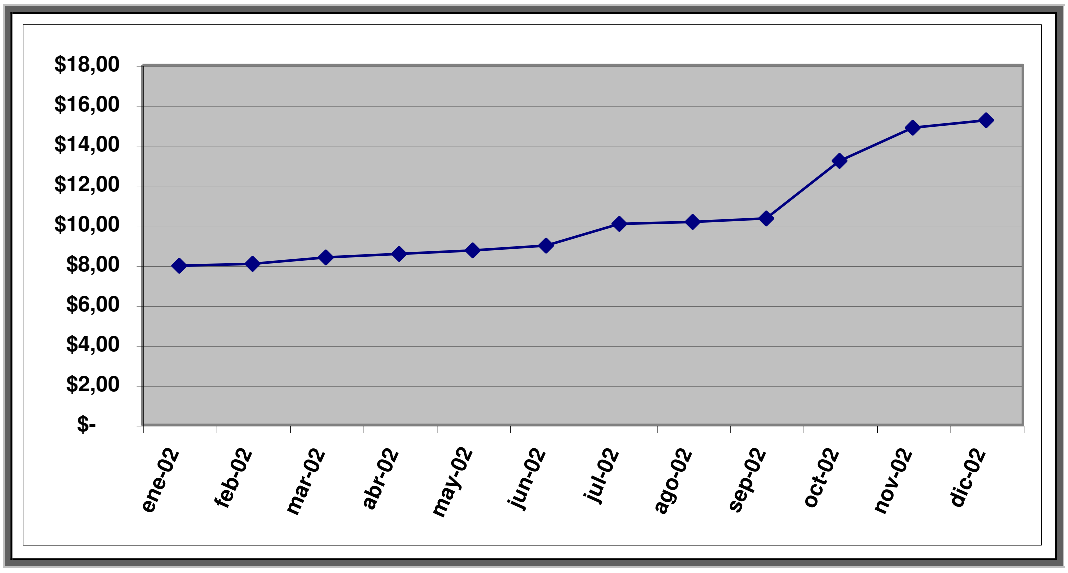
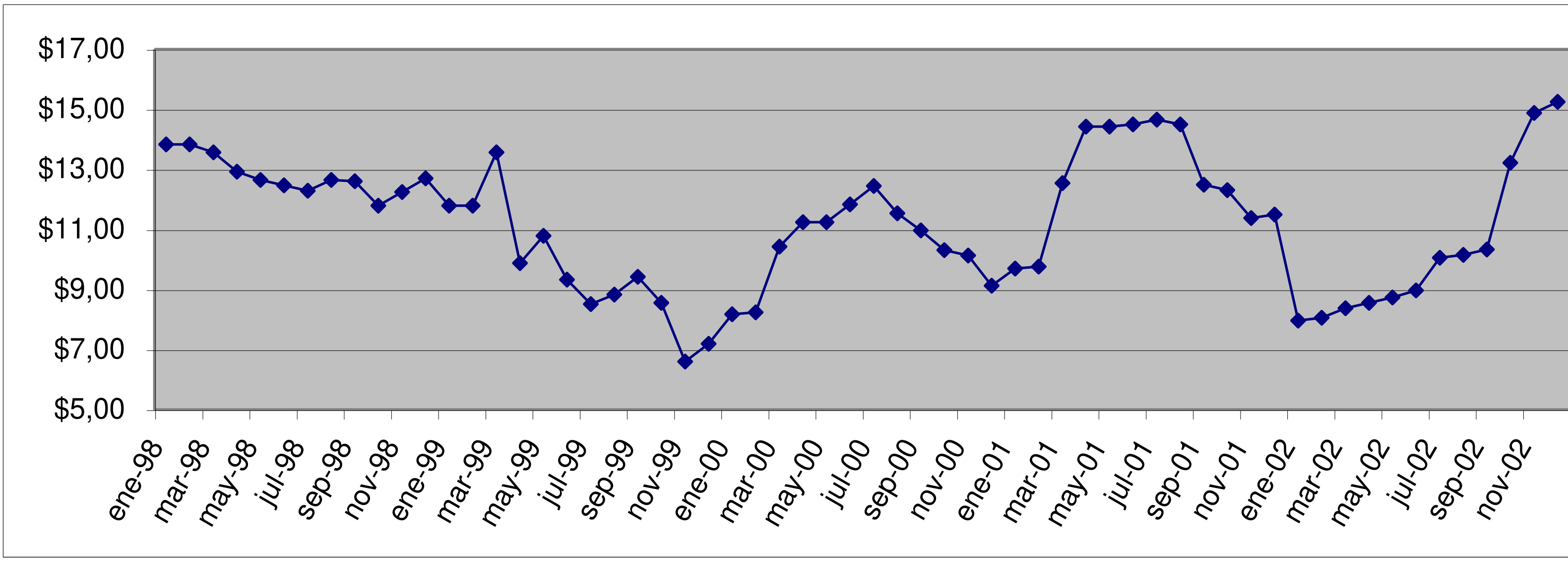


GRAFICO 2.9

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE SOYA (US.$) AÑO (1998-2002)



Como se observa en el gráfico anterior, que nos muestra la tendencia de los precios mensuales del quintal de soya en los últimos cinco años. En este gráfico se puede apreciar que el precio del quintal de soya para el año 98 tuvo decrementos en su tendencia llegando a un promedio anual de $ 12.69 para ese año.

En los primeros meses del año 1999 la tendencia de los precios se incremento, pero a partir de Marzo de este año los precios del quintal tuvieron tendencia negativa llegando a precio más bajo de los últimos cinco años con un precio de $6.60 el quintal en el mes de Noviembre y con un precio promedio anual de $9.68 el quintal.

Pero en el año 2000 la tendencia de los precios tuvo incremento ya que el precio promedio subió a $10.47 el quintal. Así mismo para el año 2001 se registro una alza en el precio del quintal de Soya llegando a ser el precio promedio más alto de $12.68 el quintal.

En los primeros meses del año 2002 los precios sufrieron decrementos, pero a partir del mes de Marzo la tendencia de los precios se incremento llegando al máximo en los últimos cinco años en el mes de Diciembre con un precio de $15.24 y un precio promedio anual de $11.73.

A continuación en la tabla se presenta la estadística descriptiva de los precios mensuales de los últimos cinco años del quintal de soya (1998-2002).

TABLA VI

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	$\$10.647 \leq \mu \leq \$11.752$
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.

La producción de soya es apropiada en los meses que las condiciones climáticas son la más adecuadas, por este motivo los productores de soya está un poco restringidos para competir con los precios de la soya.

2.5 Variedades de soya en el Ecuador.

La soya es un cultivo sensible al fotoperíodo, por está razón en países con cuatros estaciones con días más largos en verano se obtienen mayores rendimientos.

En Ecuador se dispone de pocas variedades desarrolladas específicamente para está latitud, se utiliza también variedades importadas. Las variedades desarrolladas son la INIAP 303, INIAP 305 y INIAP Júpiter.

Las tres variedades de soya tienen diferentes ciclos productivos, exigencias agrícolas y épocas de siembra óptimos.

Los ciclos productivos de las tres variedades de soya se muestran en la siguiente tabla donde se indica el tiempo necesario para realizar la recolección de la soya.

TABLA VII

DURACIÓN DE LOS CICLOS PRODUCTIVOS DE LAS VARIEDADES DE SOYA EN EL ECUADOR

Variedades	Ciclo Productivo
INIAP 303	110(días)
INIAP 305	116(días)
INIAP Jupiter	120(días)

El ciclo productivo de la variedad **INIAP-303** es de 110 días, el de la variedad **INIAP-305** de 116 días y la variedad **Júpiter** de 120 días. Las variedades de soya requieren de exigencias agroecólogicas para una producción del grano satisfactorio para el mercado.

Las exigencias agroecológicas para las diversas variedades de soya son:

Pluviosidad:	Lluvia 500-600 mm. Durante el ciclo.
Luminosidad:	Aproximadamente 12 horas diarias de luz.
Temperatura:	19-35^{o}C
Suelo:	Franco, franco-arenoso o franco arcilloso, con buen drenaje.

La variedad de soya INIAP-303 esta adaptada a las condiciones ambientales de la zona central; se puede sembrar en épocas tempranas (febrero, marzo)y oportunas (mayo, junio). Fue desarrollada entre 1976 y 1983.

En la producción de la soya ecuatoriana no existe suficiente número de variedades para todas las zonas agroecológicas aptas para el cultivo de soya. Las entidades de investigación y las empresas productoras de semillas deben invertir en investigación y adaptación de nuevas variedades con alto potencial de rendimiento.

2.5.1 Siembras de las Semillas en el Ecuador

La siembra de la soya se debe realizar en dos épocas que son:

- Época lluviosa: se debe utilizar la variedad INIAP-303 ya que puede sembrarse durante los primeros meses del período lluvioso en el trópico seco.
- Época seca: se debe utilizar las variedades INIAP-305, INIAP-303 y Júpiter; esta última únicamente en la parte baja de la cuenca del río Guayas.

La siembra debe realizarse inmediatamente después de la cosecha de arroz y/o maíz para aprovechar la humedad remanente del suelo.

2.6 Zonas de Producción.

El cultivo de la soya se realiza casi en su totalidad en la provincia de Los Ríos(98%) principalmente en las zonas de Quevedo, Mocache y Babahoyo y el 2% se cultiva en provincia del Guayas.

La producción nacional de Soya es de alrededor de 70.000 TM al año, concentradas en la Provincia de Los Ríos, involucrando a cerca de 3.400 unidades de producción; ese volumen de cosecha de grano equivale a 52.000 TM de Torta de Soya y a 12.600 TM de aceite crudo.

La superficie y la producción nacional de soya correspondiente a los últimos año se presenta en la siguiente tabla:

TABLA VIII

PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE LA SOYA POR REGIONES EN ECUADOR (2000)

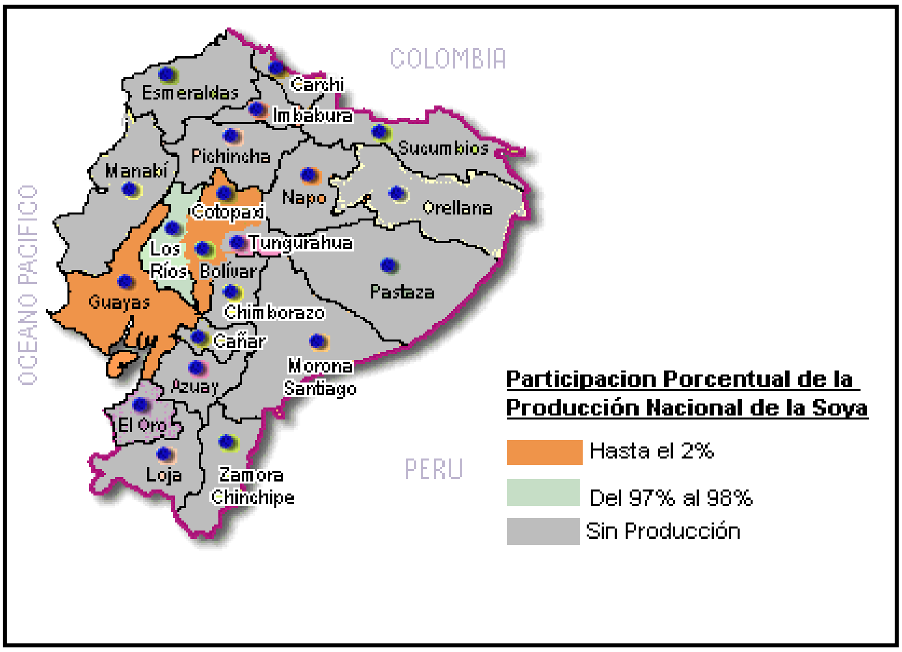
Región/ Provincia	Superficie(%)	Producción(%)
Región Costa	99,34	99,43
Esmeraldas	-	-
Manabí	-	-
Guayas	1,96	1,41
Los Ríos	97,38	98,02
El Oro	-	-
Región Sierra	0,66	0,57
Carchi	-	-
Imbabura	-	-
Pichincha	-	-
Cotopaxi	0,55	0,47
Tungurahua	-	-
Chimborazo	-	-
Bolívar	0,11	0,1
Cañar	-	-
Azuay	-	-
Loja	-	-
Región Amazónica	-	-
Sucumbíos	-	-
Napo	-	-
Pastaza	-	-
Morona-Santiago	-	-
Zamora-Chinchipe	-	-

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario (2000)

En la tabla observamos que la región costa produce 99.43% de la producción nacional, mientras que la región sierra solo el 0.57% de la producción, esto ocurre porque las provincias de Los Ríos y de Guayas reúnen las condiciones favorables para este cultivo, que se realiza en grandes extensiones y en forma mecanizada.

GRÁFICO 2.10

MAPA DE LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN DE SOYA POR REGIONES EN EL ECUADOR (2000)



El 95% de la producción nacional proviene de las siembras de verano, para lo cual se aprovecha la humedad remanente en el suelo luego de producir maíz o arroz en el invierno. Las principales zonas de producción son:

- Zona alta: Quevedo, Valencia y Buena Fe;
- Zona media: San Carlos, Mocache, Zapotal y Ventanas; y,
- Zona baja: Montalvo, Babahoyo, Baba, Vinces y Febres Cordero.

2.7 Temporadas Altas y Bajas de Producción de Soya en el Ecuador.

En el mercado de la soya existen temporadas altas y bajas que afectan a la normal producción y venta de la soya en el Ecuador. Otro problema del área soyera es el costo de las materias primas agrícolas, ya que existe un grado elevado de dependencia de las importaciones de torta de soya y también este sector está en una posición muy vulnerable respecto al mercado internacional.

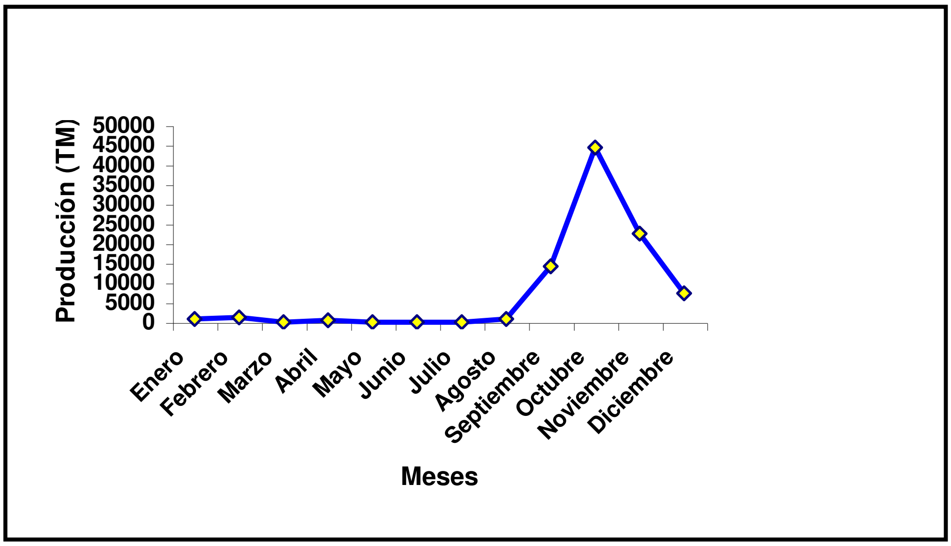
Es aquí donde se crea un ambiente de desconfianza de los productores donde su producto no es vendido a un precio justo, con lo que los productores incurrían en grandes perdidas llevando a estos a no invertir en este sector, creando una baja en la producción y estos ocurren en el periodo de invierno es decir los meses de Enero a Junio, donde la condiciones climáticas no son las apropiadas para la producción.

Las temporadas altas de la producción de soya ocurren en los meses de producción Nacional de Septiembre a Diciembre debido que estos meses es el periodo de verano. Es en este periodo donde se da la mejor producción del año.

Para observar las temporadas altas y bajas de la producción de Soya en Ecuador analicemos la producción mensual en el año 2000.

GRÁFICO 2.11

COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN DE SOYA EN EL ECUADOR (TM) AÑO (2000)



Podemos observar en el gráfico de la producción mensual de la soya es variable cada mes alcanzando el mínimo en el mes de Marzo, repitiéndose en los meses de Mayo, Junio y Julio, donde la producción fue nula, pero la producción se incrementa en los meses de Septiembre a Diciembre alcanzando el máximo en el mes de Octubre donde las condiciones climáticas son las más adecuadas.

Las pérdidas económicas de los productores de soya se subdividen en:

a) pérdidas de producción en áreas sembradas que no se lograron cosechar (1.4 millones de dólares),

b) ingresos que se dejaron de percibir por reducción de la superficie y por ende de la producción (26 millones de dólares).

Considerando la importancia que tiene el cultivo de la soya en la economía y en la sociedad ecuatoriana, cuya problemática se caracteriza básicamente por la falta de tecnología en los procesos de transformación de esta oleaginosa y la vulnerabilidad de los precios internos, los productores desean mejorar la producción.

CAPITULO III

NOCIONES DE LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS

3.1 Introducción.

En los mercados de capitales, las rentabilidades o ganancias percibidas por los inversionistas varían de acuerdo con el riesgo que han soportado, por ejemplo por un lado tenemos las inversiones seguras, como las letras del Tesoro de los Estados Unidos, Los Bonos Brady, los Bonos del estado, etc, que proporcionan una rentabilidad estable y segura, mientras que en el otro extremo encontramos las inversiones más arriesgadas como son la compra y venta de productos donde sus precios fluctúan de manera frecuente, las acciones ordinarias que se ofertan en el mercado y otros.

La mejor manera de evitar o disminuir el riesgo, desde el contexto de una cartera, por parte de los inversionistas, es diversificando la cartera.

El riesgo en la inversión significa que las rentabilidades futuras no son predecibles, los distintos resultados se los mide generalmente por medio de la desviación típica.

3.2 El Riesgo Flexible

Tanto el empresario como el financiero de estos tiempos, están expuestos a los cambios y peligros constantes del mercado, y se tiene la necesidad de estar siempre alerta y actualizándose sobre las nuevas maneras de llevar los negocios. Pero si bien los cambios constantes significan peligro también significan que se abren nuevas oportunidades para realizar negocios.

Cada día en las organizaciones comerciales se están empleando nuevos métodos y herramientas de fabricación con el objetivo de obtener unos resultados de calidad que pueden demostrar que están preparados para el cambio.

Los nuevos métodos en finanzas son los instrumentos financieros derivados como las Opciones, Futuros, Swaps. En los últimos años, gracias a los instrumentos derivados ha ocurrido una revolución en el ámbito de lo que es posible hacer para responder a los cambios y al riesgo que estos presentan en los mercados financieros y productivos.

La revolución que se ha palpado en los diferentes mercados financieros y productivos, incluso es comparable con el Riesgo Flexible. Gracias a los Instrumentos Financieros librarnos de los diferentes riesgos, reduciéndolo y transformándolo.

El origen del riesgo se debe a la variación existente en los precios y a las variables financieras que se mueven con un comportamiento aleatorio, y para estudiarlo se han desarrollado varias técnicas. 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.

3.2.1 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.

3.3 Orígenes en el Mundo de los Derivados.

Se cree que los contratos adelantados se utilizaban como instrumentos de intercambio en la India hace 2000 años A.C, y que también se utilizaban en la época grecorromana.

Los derivados ya habían llegado a un alto grado de sofisticación en los mercados financieros holandeses del siglo XVII, que fueron los más avanzados del mundo.

Una de las causas del alza espectacular en el precio de los bulbos de los tulipanes en los años 1636-37 fue la posibilidad de comprarlos a futuro. En su descripción de la Bolsa de Ámsterdam, escrito en 1688, Joseph de La Vega describe un vigoroso mercado de opciones en las acciones de la Compañía de Indias Holandesa.

Pero los derivados no se limitaron sólo a Europa. Se operaban futuros sobre arroz en Osaka, (Japón), en 1730, y opciones de compra y venta de acciones en EU en 1790, antes de la fundación de la NYSE(New York Stock Exchange) en 1792.

3.3.1 Historia de los Instrumentos Financieros Derivados.

Hace poco, en los mercados financieros, se llegó a situaciones en la que los instrumentos derivados existentes como eran las acciones, bonos y algunas actividades marginales en opciones y futuros centrado en los mercados de materias prima, no eran suficientes para llegar a una finalización o al cierre de una actividad financiera, es por eso que en los mercados financieros mundiales se palpó la necesidad de la creación de nuevas herramientas financieras (instrumentos financieros derivados) más flexibles a las modificaciones y el desarrollo de las ya existentes, para poder lograr ciertos acuerdos entre diversos criterios que intervienen en una actividad financiera.

Los criterios siempre buscan ponerse de acuerdo en un punto, tal punto es el llamado punto de equilibrio, y representa el nivel apropiado de ganancias para el vendedor así como un precio justo a pagar para el comprador.

Al inicio, en estas sociedades, la urgencia que el hombre tenía para satisfacer sus necesidades con productos que no poseía, dio origen a las negociaciones, al acto de intercambiar productos por otros que no tenían, a esta actividad se la denomina trueque.

Luego se paso al origen de las sociedades agrícolas, que desarrollaron técnicas de cultivo no solo para satisfacer sus necesidades sino para poder intercambiar con otros productos que estos no cultivaban, estas sociedades tuvieron un gran desarrollo en el campo de las negociaciones, con la creación de campos específicos donde se realizaban estos intercambios de mercadería a la cual lo denominaban mercado.

Posteriormente se pasa a una nueva etapa de desarrollo del hombre, con la creación de un instrumento de cambio, que en su inicio fue un objeto natural, entre otras, para posteriormente pasar a las monedas elaboradas con metales preciosos como el oro y la plata, y por ultimo el desarrollo del papel moneda.

3.3.2 Evolución en el mercado de los Instrumentos Financieros Derivados.

El desarrollo de los instrumentos financieros derivados ha tenido lugar, en gran parte, fuera del mundo de habla hispana. Tenemos que mencionar que la mayor parte de estos mercados de derivados en el ámbito mundial se desarrollan en el idioma ingles, y el participante que no conozca la terminología de aceptación más universal se encuentra en desventaja. En Sudamérica la situación se complica por la presencia de la creciente influencia americana y una arraigada tradición hispana.

Las tres principales estrategias en la que intervienen los instrumentos financieros derivados son: de cobertura, especulación y de arbitrista.

3.4 Instrumentos financieros derivados.

Los instrumentos financieros derivados son contratos[1] 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. Trataremos con más atención la evolución de los mercados de los instrumentos financieros de las Opciones.

Los activos subyacentes pueden ser a su vez instrumentos financieros, por ejemplo una acción individual o una canasta de acciones; también pueden ser bienes como el oro y la gasolina, para este estudio es la soya; o indicadores como un índice bursátil o el índice inflacionario; e incluso el precio de otro instrumento derivado.

---

[1] **Contrato:** Es un acto jurídico bilateral que se constituye por el acuerdo de voluntades de dos o más personas y que produce ciertas consecuencias jurídicas(creación o transmisión de derechos y obligaciones) debido al reconocimiento de una norma de derecho.

3.4.1 Finalidad de los Instrumentos Financieros Derivados

Su finalidad 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.

Los productos derivados son instrumentos que contribuyen a la liquidez, estabilidad y profundidad de los mercados financieros; generando condiciones para diversificar las inversiones y administrar riesgos.

3.4.2 Surgimiento de los Instrumentos Financieros Derivados.

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).

3.4.2.1 Características de los instrumentos financieros derivados que se negocian en Bolsa.

Los derivados intercambiados en Bolsa cuentan con características predeterminadas, las cuales no pueden ser modificadas, respecto a su fecha de vencimiento, monto del subyacente amparado en el contrato, condiciones de entrega y precio.

Otra característica importante es la existencia de la cámara de compensación, la cual funge como comprador ante todos los vendedores y viceversa, rompiendo así el vínculo entre comprador y vendedor individual.

La intervención de la cámara de compensación garantiza que se lleve a buen término el contrato respectivo, ya que en caso de incumplimiento de cualquier participante, la contraparte no dejará de recibir lo acordado. Los instrumentos financieros derivados que se cotizan en Bolsa son los Futuros y las Opciones.

3.4.2.2 Características de los instrumentos financieros derivados que se negocian sobre el mostrador.

Los derivados intercambiados sobre el mostrador son diseñados por instituciones financieras de acuerdo con las necesidades específicas del cliente. Los instrumentos financieros derivados que se operan sobre el mostrador son los Contratos adelantados(forwards), Swaps, Títulos opcionales (warrants) y Opciones.

3.5 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.

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, y lo pueden utilizar para este fin tanto los inversores particulares como los profesionales.

El riesgo se lo puede manejar con la cobertura que en su forma más simple consiste en la compra de opciones de venta para actuar como un seguro contra una posible caída del precio del activo subyacente, y resultará en un aumento de la prima de las opciones para compensar una caída del valor del activo subyacente.

Los principales usos que se dan a las opciones en los diferentes mercados financieros son: de cobertura, especulación y arbitraje sobre activo, portafolios y mercancías.

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[2].

Las dos partes que se han comprometido a realizar alguna actividad, al firmar un contrato de opciones requiere de la entrada de un pago, cuyo monto es necesario establecer y es la razón de este estudio que se denomina “Opción” o prima.

3.5.1 Historia de la Opciones.

El mercado de opciones tuvo inicio a principios de este siglo y tomó forma en la Put and Call Brokers and Dealers Association, aunque no logró desarrollar un mercado secundario ni contar con mecanismos que asegurarán el cumplimiento de las contrapartes.

2.**Broker**: Individuo que en el mercado de opciones realiza operaciones de parte de sus clientes

El mercado formal de opciones se originó en Abril de 1973, cuando el CBOT creó una bolsa especializada en este tipo de operaciones, el The Chicago Board Options Exchange (CBOE). Dos años más tarde, se comenzaron a negociar opciones en The American Stock Exchange (AMEX) y en The Philadelphia Stock Exchange (PHLX). En 1976 se incorporó The Pacific Stock Exchange (PSE).

3.5.2 Evolución de los Mercados de las Opciones.

Existen básicamente dos clases de contrato de opciones: de compra y de venta(call y put) respectivamente. 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.

Al principio del siglo XX se funda, la Asociación de Agentes y Dealers de Opciones de compra y venta, cuya misión era proporcionar un sistema para poder acercar a vendedores y a compradores.

Tenemos que mencionar el hecho de que una opción otorga a su dueño el derecho de hacer algo sin estar obligado a ejercer ese derecho, es en este detalle en donde se diferencia de los contratos futuros. En la actualidad el mayor mercado en el ámbito internacional de opciones sobre acciones es el Chicago Board Option Exchange (CBOE).

Las opciones fueron aprobadas para su negociación en todas las Bolsas de Futuros en los Estados Unidos en 1982 por el Commodity Futures Trading Commission (CFTC por sus siglas en ingles), pero sólo de forma experimental y bajo estrictas regulaciones.

Para ilustrar el funcionamiento de las Opciones analicemos el siguiente ejemplo:
Usted acaba de ser transferido por su empresa a Nueva York. Usted se ha adelantado para empezar a buscar casa mientras que su esposa y sus hijos se han quedado con su madre en Washington. Usted encuentra la casa ideal. Recién ha sido terminada de construir y esta completamente vacía y lista para ser ocupada. El precio es de $325,000, preocupado de que la casa pueda ser vendida a otra persona antes de que su esposa la pueda ver, usted le ofrece al constructor $500 por el privilegio exclusivo de comprar la casa por $325,000 en cualquier momento en los próximos 10 días. El constructor acepta su oferta, usted acaba de comprar una

opción sobre la casa. Durante los próximos 10 días, usted puede ejecutar la opción y comprar la casa al precio previamente establecido de $325,000. Si usted no ejecuta su opción, esta expirará al final de los 10 días y el constructor se quedará con los $500.

Los mercados de opciones han atraído operadores muy diversos como: aquellos que hacen operaciones de cobertura, especuladores y quienes realizan operaciones de arbitraje.

3.5.3 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.

3.5.4 Tipos de activos utilizados en las opciones.

Las opciones en su gran mayoría abarcan los siguientes activos subyacentes:

3.5.4.1 Opción de compra o venta de un activo.

Este es el caso más frecuente, y da el derecho a compra o venta de algún bien a un precio determinado (llamado “ precio del ejercicio”), en una fecha determinada, el activo subyacente sobre el que funciona puede ser cualquier cosa: acciones, bonos, oro, edificio, materias primas, para este estudio es la soya, e incluso en los últimos tiempos se ha desarrollado sobre las mismas opciones y futuros.

3.5.4.2 Opciones sobre una transacción.

En este tipo de opciones el contrató simplemente da el derecho a efectuar una realización determinada dentro de un periodo de tiempo determinado, el ejemplo más común son las opciones sobre un swap.

3.5.4.3 Opciones liquidadas en metálico.

Son aquellos contrató de opciones que están relacionado con índices bursátiles, como ejemplo puede darse el caso de una opción sobre índices Standard & Poros. En este caso el comprador no adquiere el derecho a comprar ni vender nada, este adquiere simplemente el derecho a recibir una cantidad determinada de dinero si se dan una serie de circunstancias.

Como ejemplo puede darse el caso de una opción sobre índices Standard & Poors 500 (“S&P500”), cuyo comprador recibe dentro de un año 20 dólares por cada punto que el índice esté por encima de 400, si dentro de un año el índice está por debajo de 400, el comprador de la opción no recibe nada, pero en caso contrario, si el índice está por encima de 400, como por ejemplo en 425, el comprador de la opción recibe (425-400)x20=500 dólares.

3.5.4.4 Opciones sobre divisas.

Estos son contratos que se utilizan para minimizar el riesgo del tipo de cambio de divisas en el caso de una estrategia de cobertura.

3.5.5 Transacciones básicas con las Opciones.

Existen cuatro tipos de participantes en los mercados de opciones:

3.5.5.1 Compra de opciones de compra (long Calls).

Las opciones de compra(call) dan al propietario el derecho a comprar el activo subyacente y se compran normalmente ante la expectativa del **alza** del activo subyacente. Está alza resultará en un aumento de valor de la opción, que podrá ejercerse para comprar el activo subyacente o bien venderse en el mercado con el objetivo de obtener una ganancias.

Si el precio de ejercicio es P, cada vez que el precio del activo subyacente S_t suba por encima de P obtendremos un beneficio si se ejerce la opción. Caso contrario, es decir, cuando el precio del activo subyacente S_t desciende por debajo de P no se ejerce la opción, en este caso se habrá perdido el valor de la prima es decir el costo de la opción K.

Las principales razones para beneficiarse de la compra de opciones de compra son:

- Para conseguir no estar expuesto a un aumento de precios con una inversión limitada y utilizar el efecto apalancamiento de las opciones y así maximizar los beneficios.
- Para mantener la exposición después de la venta del activo subyacente.
- Para cerrar un precio de compra a la espera de obtener fondos para adquirir el activo.

Ejemplo:

A principios de Agosto el precio de una acción de ABC Ltda., es de $290. Un inversor prevé que el precio de las acciones va a aumentar en las semanas siguientes. Compra una opción de compra Oct. 300 por $14. La opción da al inversor el derecho de comprar acciones de ABC Ltda. a 300(precio del ejercicio) en cualquier momento durante la vida de la opción.

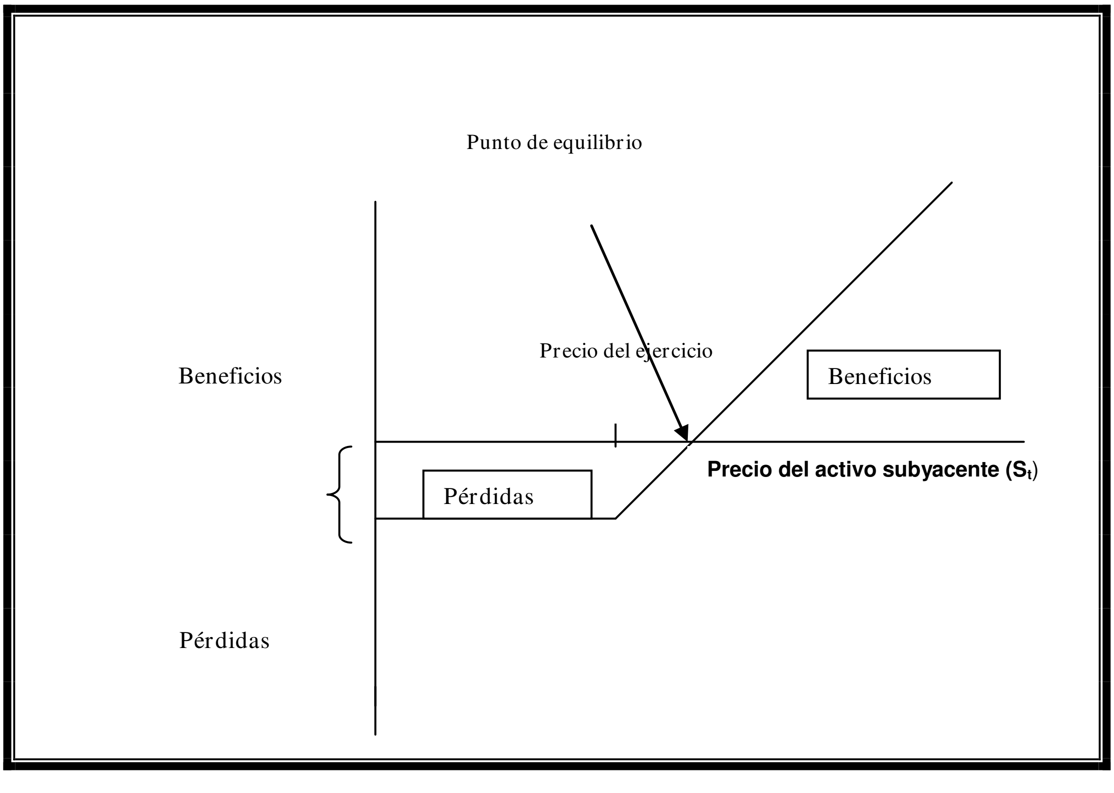
El costo de la opción, sin contar las comisiones, es de $14. Si el precio de las acciones sube antes de que venza la opción hasta, digamos, $320, la opción también va aumentar de valor, posiblemente hasta $28. Tener el derecho de comprar algo que cuesta $320 por el precio de $300 tiene el valor de por lo menos $20, y habiendo tiempo de sobra hasta que la opción se venza, la prima será aun más alta.

Las ganancias o pérdidas potenciales de cualquier posición de una opción al vencimiento quedan ilustradas en un gráfico. En el eje vertical están los beneficios o las perdidas de la posición y en el eje horizontal aparece el precio del activo subyacente.

Para el ejemplo anterior el gráfico muestra que mientras el activo subyacente esté a $300(precio del ejercicio) o menos en el momento de su vencimiento, la posición se enfrenta a una perdida igual a la prima pagada de $14. Cuando el precio del activo subyacente empiece a estar por encima de $300, cada dólar de aumento significará un dólar menos en las perdidas, hasta que la posición llega al punto de equilibrio a $314(precio del ejercicio + prima). A partir del punto de equilibrio, cada dólar que aumente el activo subyacente resultará en el aumento de un dólar de los beneficios. La perdida máxima se limita a la prima pagada, mientras que el beneficio máximo es ilimitado.

GRÁFICO 3.1

PERFIL DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN UNA COMPRA DE UNA OPCION DE COMPRA



3.5.5.1.1 Ventajas de la compra de opciones de compra.

- **Pérdidas limitadas.** La máxima pérdida en una posición call larga está limitada a la prima pagada por la opción.
- **Ganancia ilimitada.** Los beneficios potenciales de un call larga son ilimitados, ya que el precio del activo subyacente puede subir tanto como lo permita el mercado.
- **Inversión Ilimitada.** La prima pagada por la opción es una fracción de lo que costaría adquirir el control de la misma cantidad de acciones, lo que permite que el resto pueda invertirse en otra parte.
- **Efecto apalacamiento.** Es posible obtener considerables beneficios con la prima gracias relativamente pequeño movimiento del precio del activo subyacente.

3.5.5.1.2 Desventajas de la compra de opciones de compra.

- **El tiempo.** El paso del tiempo actúa contra el valor temporal de la prima de la opción.

3.5.5.2 Emisión o Venta de opciones de compra.

El emisor de una opción de compra está obligado a vender o entregar el activo subyacente si así se lo exigen. Las opciones de compra se emiten ante la expectativa de que el precio del activo subyacente permanecerá estable o bajará ligeramente. Ello dará como resultado que el comprador de la opción no querrá ejércela, lo que permitirá al emisor ganar la prima recibida.

Está prima representa el máximo beneficio que puede recibir el emisor. Si el precio de ejercicio es P y el precio final del activo subyacente es S_t el rendimiento de la venta de una opción europea de compra es: $S_t - P$.

Las razones para emitir las opciones de compra son:

- Aumentar la rentabilidad del activo subyacente que ya poseemos.
- Asegurar un precio de venta y generar ingresos.
- Conseguir protección a la baja ante la eventualidad de una caída del valor del activo subyacente.

Ejemplo:

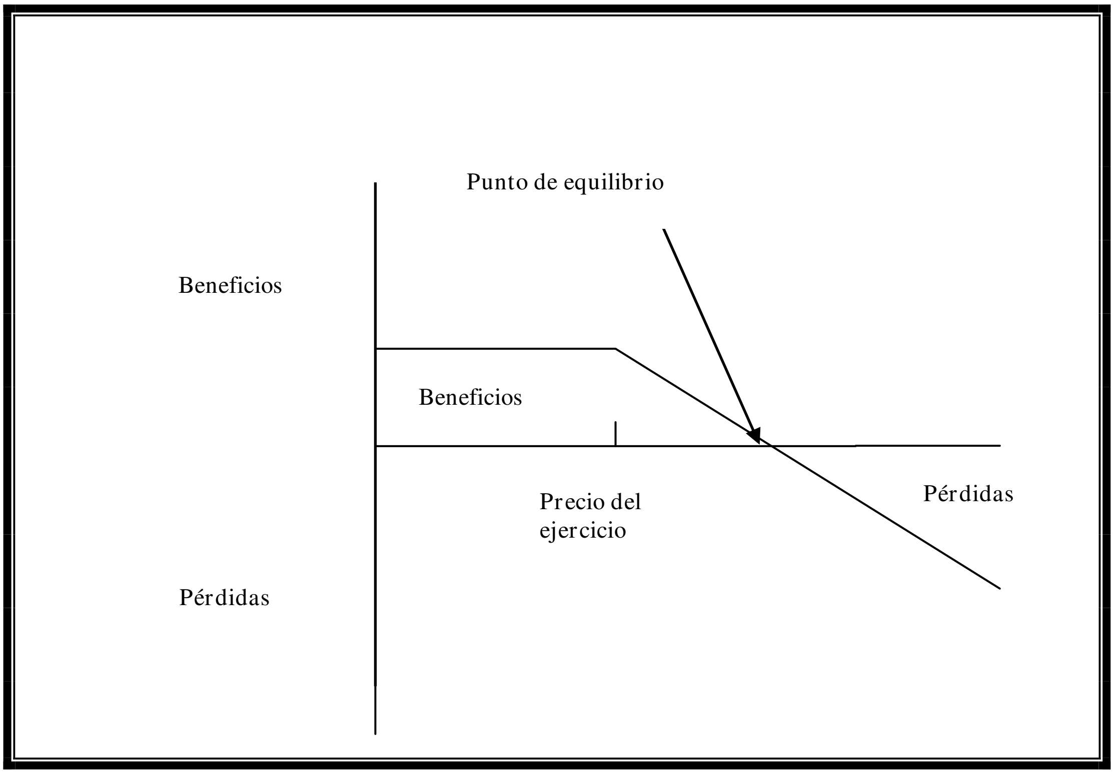
A principios de Agosto el precio de una acción de XYZ Plc es $152. Un inversor prevé que el precio de las acciones permanecerá estable o bajará ligeramente. Para aprovechar está situación, decide emitir una opción Nov. $140 de compra por $18. La opción no da al emisor ningún derecho, sino que obliga a entregar las acciones al precio del ejercicio de $140 si se ejerce la opción. El precio de las acciones baja a $138, el propietario de una opción de compra a $140 no la va a ejercer si el precio del activo subyacente en el mercado es $138. Esto permitirá al emisor mantener la ganancia obtenida con la prima.

Al vender una opción de compra, el emisor recibe la prima, y ello representa la máxima ganancia que puede recibir. El emisor va a obtener está ganancia sólo si el precio del activo subyacente es igual o menor del precio del ejercicio en el momento de vencer y la opción está sin ejercer.

El punto de equilibrio se encuentra en (precio del ejercicio + prima). El emisor se enfrenta a la posibilidad de pérdidas ilimitadas si el precio del activo subyacente sigue subiendo por encima del punto de equilibrio y la opción es ejercida. El perfil de pérdidas y ganancias de la emisión de una opción de compra queda ilustrada en el gráfico.

GRÁFICO 3.2

PERFIL DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN UNA EMISIÓN DE UNA OPCION DE COMPRA



El emisor puede cerrar en cualquier momento su posición, eliminando con ello sus compromisos, con la compra de una opción idéntica a la que ha vendido (el mismo precio del ejercicio, la misma fecha de vencimiento y sobre el mismo activo subyacente).

3.5.5.2.1 Ventajas de la emisión de opciones de compra.

- **La prima recibida.** La prima recibida genera ingresos y ganancias.

- **Tiempo.** El paso del tiempo actúa a favor del emisor de las opciones de compra.

3.5.5.2.2 Desventajas de la emisión de opciones de compra.

- **Ejercicio.** La opción puede ejercece contra el emisor, obligándolo a vender el activo subyacente a un precio inferior del mercado.
- **Pérdidas Ilimitadas**. Si el precio del activo subyacente sube por encima del punto de equilibrio, el emisor de una opción de compra se enfrenta a unas pérdidas ilimitadas.

3.5.5.2.3 Categorías de emisores de opciones de compra.

Los emisores de opciones de compra se clasifican en dos categorías cubiertos y descubiertos.

3.5.5.2.3.1 Emisores de opciones de compra cubiertos.

Los emisores de opciones de compra cubiertos conservan el activo subyacente para cubrir la posibilidad que las opciones se ejerzan. Si el activo subyacente es requerido puede entregarlo sin necesidad de comprar en el mercado a un precio superior al precio del ejercicio.

3.5.5.2.3.2 Emisores de opciones de compra descubiertos.

Los emisores descubiertos no conservan el activo subyacente. Si la opción se ejerce deberán comprar el activo subyacente al precio del momento, que será superior al precio del ejercicio de la opción. Si el precio en el mercado está constantemente en aumento, el emisor descubierto se enfrenta a unas pérdidas ilimitadas, emitir opciones de compra descubiertas puede ser extremadamente arriesgado.

Para asegurarse que el emisor cumpla con las obligaciones contractuales y entregar el activo subyacente en el caso que la opción se ejerza debe entregar una garantía a su broker, puede ser en forma de dineros o en títulos, y se devuelve al emisor una vez que la posición ha quedado cerrada y sus compromisos han desaparecido.

3.5.5.3 Compra de opciones de venta.

La opción de venta da a su poseedor el derecho, pero no la obligación, de vender un activo subyacente a un precio dado, y normalmente se compran ante la expectativa de una caída sustancial del precio del activo subyacente. La caída del valor del activo subyacente resultará en el aumento del valor de la opción.

Si el precio de ejercicio de una opción de venta (put), es P, y el precio en mercado es S_t, si S_t es menor que P, se puede comprar en el mercado el activo subyacente, y acto seguido ejercer la opción de venta (put), vendiendo al precio del ejercicio, obteniendo una ganancia P- S_t, caso contrario no se ejerce la opción de venta (put).

Las razones para la compra de opciones de venta son:

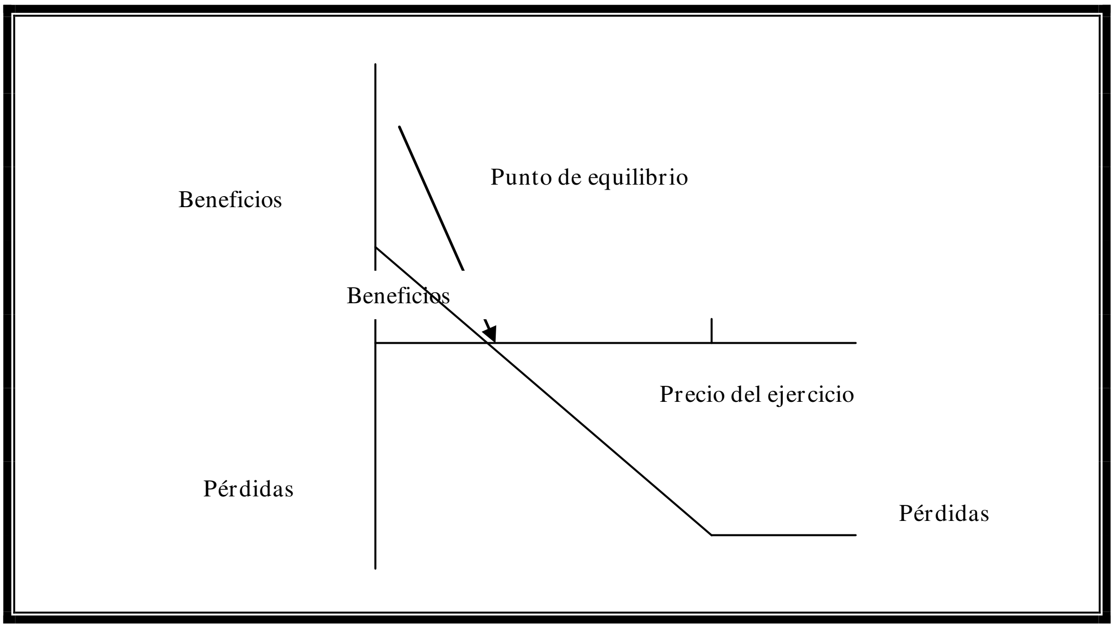
- Para sacar partido de una caída del precio del activo subyacente.
- Para cubrir una posición contra un adverso movimiento de precios del activo subyacente.
- Para cerrar un precio de venta en el futuro.

Ejemplo:

El 1 de Septiembre las acciones de XYZ Plc se venden a $260. Un inversor prevé que el precio va a bajar sustancialmente en las próximas semanas y por eso compra una opción de venta a Feb. $280 por una prima de $36. La opción da al propietario da el derecho de vender las acciones de XYZ Plc en cualquier momento de la vida de la opción al precio de $280 (precio del ejercicio). Si el precio del activo subyacente es superior al precio del ejercicio al vencer, el propietario perderá la prima pagada. A medida que el precio del activo subyacente baje, las pérdidas del propietario irán disminuyendo hasta llegar al punto de equilibrio (precio del ejercicio – prima). El perfil de pérdidas y ganancias se muestra en el siguiente gráfico.

GRÁFICO 3.3

PERFIL DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN UNA COMPRA DE UNA OPCION DE VENTA



3.5.5.3.1 Ventajas de una compra de opciones de venta.

- **Ganancias en un mercado a la baja.** Una opción de venta permite al inversor beneficiarse en un mercado a la baja sin vender el activo subyacente.
- **Pérdidas limitadas.** Las pérdidas máximas con las compra de una opción de venta se limitan a la prima pagada.
- **Ganancias ilimitadas.** Las potenciales ganancias están limitadas sólo por el hecho de que el precio más bajo del activo subyacente puede ser cero.

- **Efecto apalancamiento.** Es posible obtener ganancias considerables por una relativamente pequeña caída del precio del activo subyacente.

3.5.5.3.2 Desventaja de una compra de opciones de venta.

- **Tiempo.** El paso del tiempo actúa contra el valor temporal de la prima de la opción y a favor del emisor.

3.5.5.4 Emisión o Venta de Opciones de venta.

Las opciones de venta se emiten normalmente ante la expectativa de que el activo subyacente permanecerá estable o va a aumentar ligeramente.

El caso de una venta de una opción venta se ve reflejada en la resta mínima entre el precio del activo subyacente en el instante T y el precio del ejercicio establecido en el contrato de opciones:

$-\text{máx}(P- S_t)= \text{mín}(S_t-P,0)$.

Ello va a permitir al emisor retener como beneficio la prima percibida, ya que el propietario no deseará ejercer la opción.

Los objetivos principales para la emisión de opciones de venta son:

- Generar ingresos adicionales.

- Fijar un precio de compra.

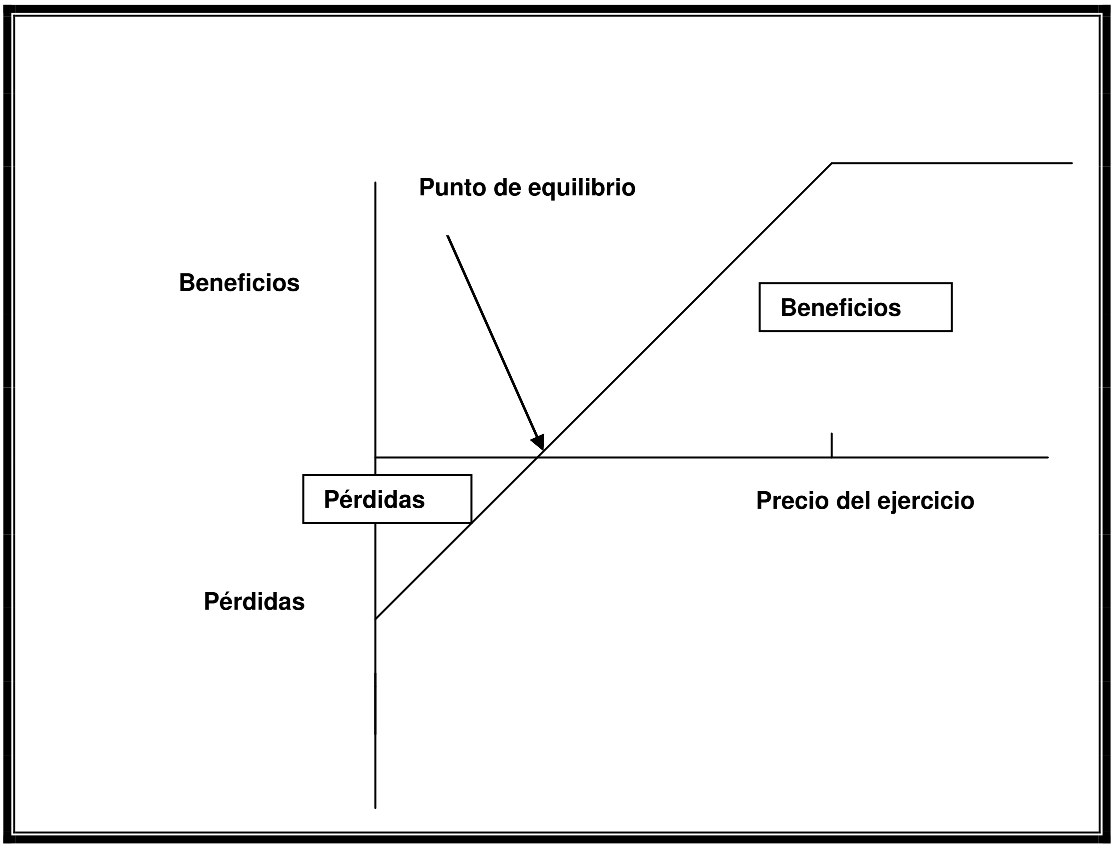
Ejemplo:

Un activo subyacente de Mega Bucks Ltd se vende a $276, y un inversor creé que su precio va a aumentar ligeramente en el próximo mes pero no lo suficiente como para garantizar la compra de opciones de compra. Para aprovechar está situación, decide emitir una opción de venta para Diciembre a $280 por $36 de prima, como emisor recibe el valor de la prima. El emisor no tiene ningún derecho, pero si la obligación de tomar o comprar el activo subyacente si la opción se ejerce. En el mes siguiente, el activo subyacente sube hasta $283. El propietario de la opción de venta Dic. $280 tiene el derecho de vender el activo subyacente a $280(precio de ejercicio), pero no lo hará si lo puede vender en el mercado a $283. Esto permitirá al emisor mantener los beneficios de la prima recibida.

La prima es el beneficio máximo que puede obtener el emisor, pero sólo mientras el precio del activo subyacente esté por encima de $280 (precio de ejercicio). Por debajo de $280, cada dólar de pérdida en el precio del activo subyacente significa un dólar de pérdida en la prima del emisor, estando el punto de equilibrio a $244 (precio de ejercicio – prima). Si el precio del activo subyacente continua cayendo por debajo de $244, el emisor perderá un dólar por cada dólar que baje el precio del activo. Está pérdida sólo está limitada por el hecho que el precio del activo subyacente no puede bajar más de cero. El perfil de pérdidas y ganancias se muestra en el siguiente gráfico.

GRÁFICO 3.4

PERFIL DE PERDIDAS Y GANANCIAS EN UNA EMISIÓN DE UNA OPCION DE VENTA



3.5.5.4.1 Ventajas de la emisión de opciones de venta.

- **Prima percibida.** La prima percibida genera ingresos adicionales.
- **Tiempo.** El paso del tiempo actúa a favor del emisor.

3.5.5.4.2 Desventajas de la emisión de opciones de venta.

- **Pérdidas ilimitadas.** Las posibles pérdidas de la emisión de una opción de venta son ilimitadas en caso de que caiga el precio del activo subyacente.
- **Ejercicio.** Al ser ejercida una opción de venta, el emisor se ve obligado a comprar el activo subyacente a un precio superior al del mercado.

Las opciones tanto de tipo americanas o europeas, no quieren decir que son originarias y exclusivas de estos respectivos continentes, simplemente es la forma en que en estos continentes se manejan en su gran proporción los contratos de opciones.

3.5.6 Cuándo y qué hay que comprar o vender.

Cuándo hay que comprar o vender dependerá de las expectativas del inversor y el grado de riesgo que este dispuesto a correr. Si el inversor tiene unas perspectiva alcistas acerca del precio del activo subyacente, debería considerar comprar opciones de compra. Si la expectativa es que la situación va a ser ligeramente alcista o equilibrada, el inversor debería emitir(vender) opciones de venta.

Ante una perspectiva bajista, el inversor debería comprar opciones de venta. Si se considera que será ligeramente bajista o equilibrada, lo apropiado sería emitir o vender opciones de compra. La siguiente tabla muestra cuándo y qué hay que comprar o vender.

TABLA IX

PERSPECTIVAS Y TRANSACCIONES DE LAS OPCIONES DE COMPRA Y VENTA

Perspectiva	Transacción
Alcista	Comprar opciones de compra
Equilibrada/ ligeramente alcista	Emitir opciones de venta
Bajista	Comprar opciones de venta
Equilibrada/ ligeramente bajista	Emitir opciones de compra

A la hora de comprar opciones es importante no sólo prever correctamente la dirección de los precios del activo subyacente, sino también la duración del período en que ello ocurrirá. El principal factor a la hora de tomar está decisión es el activo subyacente y las preguntas que tenemos que hacernos son, ¿ Va a variar? y si lo hace, ¿ Cuánto variará?¿, ¿ En qué momento y hacia que dirección?. Las opciones por ser un bien perecedero y al perder el valor cada día que pasa, el tiempo es un factor decisivo para tomar la decisión adecuada. La siguiente tabla muestra la relación entre el riesgo, el beneficio y la posición.

TABLA X

RELACIÓN ENTRE EL RIESGO, BENEFICIO Y POSICIÓN EN LAS TRANSACCIONES DE LAS OPCIONES DE COMPRA Y VENTA

Posición	**Riesgo**	**Beneficios**
Comprar opciones de compra	Prima pagada	Ilimitada
Emisión de opciones de compra	Ilimitado	Prima recibida por venta
Comprar opciones de venta	Prima pagada	Ilimitada
Emisión de opciones de venta	Ilimitado	Prima recibida

3.5.7 Opciones Tradicionales.

Las opciones tradicionales da derecho al inversor a comprar o vender el activo subyacente en el futuro en el precio actual. A diferencia de las opciones estudiadas anteriormente, las opciones tradicionales no pueden comprarse ni venderse bajo ningún concepto.

El precio de ejercicio es cum all , es decir , cuando la opción se ejerce, todos los dividendos pagados por el comprador de la opción durante la vida de la opción pertenecen al tenedor de la opción (conocido también como emisor de la opción). El precio de ejercicio se fija en el momento en que se obtiene la opción y es siempre el precio al que estaba el activo subyacente el día del acuerdo.

Otras diferencias entre las opciones tradicionales y el resto de opciones son el día de pago, la vida de la opción y el ejercicio de la opción. El pago de las opciones tradicionales se hace el día de contabilización de la Bolsa de Valores para el periodo en el que tiene lugar el ejercicio o el abandono. La vida máxima de una opción tradicional son catorce semanas. El día de la declaración es el día en que se pueden ejercer las opciones tradicionales y es el penúltimo día de la negociación dentro de cualquiera de los períodos contables de la vida de la opción.

El inconveniente de las opciones tradicionales es su poca flexibilidad. Su vida se limita a catorce semanas de contabilización y el precio de ejercicio se limita al precio del activo subyacente el día del acuerdo, pero, la característica más restrictiva es que no se puede negociar la posición en el mercado.

3.5.8 Opciones OTC (Over the Counter).

Además de los instrumentos financieros derivados, existe un mercado de opciones a la **medida** llamados over the counter. Estos productos se negocian directamente entre las empresas inversoras, los bancos y sus clientes.

La contratación de los servicios financieros en la Bolsa de Valores está estandarizada en cuanto a la cantidad, calidad y la duración para contribuir a la negociación y a la liquidación, los productos OTC están hechos a las medidas de cada inversor. Esto significa que se pueden hacer en cantidades pocos habituales, sobre un activo inusual y con una vida superior a los nueve meses de una opción sobre acciones.

Las opciones OTC presenta algunos inconvenientes como la liquidez y la dificultad para cerrar una opción, es decir, su fungibilidad. La única persona con quien un inversor puede cerrar una opción OTC es su parte original contraria. El mercado OTC no está regulado ni supervisado con tanto rigor como los productos de la Bolsa de Valores.

3.5.9 Estrategias Avanzadas de los contratos Opciones.

Aunque hay solamente cuatro transacciones básicas estudiadas anteriormente para el manejo de las opciones, es posible combinarlas de diferentes maneras para conseguir distintos grados de equilibrio entre el riesgo y el beneficio. Las transacciones de expansión, que pueden ser de tipo vertical, horizontal o de calendario y diagonal.

- Expansión de tipo mariposa.
- Compra simultanea de opciones de compra y venta (conos).
- Ratio de opciones de compra con expansión.
- Ratio de opciones de venta con expansión.

Las transacciones combinadas se utilizan para controlar el riesgo y, por lo tanto, la mayoría tienen unos perfiles de pérdidas y beneficios limitados y se necesita de un estudio profundo para su utilización.

3.5.10.- Principales factores que determinan el precio de las opciones.-

Existen muchos factores que afectan y determinan los precios de las opciones para los cuales se emplean diferentes argumentos de arbitraje que permiten examinar las diferencias entre los precios de las opciones europeas y los precios de las opciones americanas.

Para comprender cómo y por qué diferentes sucesos tienen diferentes efectos en las primas de las opciones y cómo y por qué funcionan las distintas estrategias, es necesario comprender los principios para determinar el precio de las opciones.

1. Precio actual del activo subyacente.
2. Precio del ejercicio.
3. El tiempo de expiración.
4. La volatilidad del precio del activo subyacente.
5. El tipo de interés libre de riesgo.
6. Los dividendos esperados durante la vida de la opción.

El primer análisis lo haremos con los dos primeros factores, esto es el precio del activo subyacente y el precio del ejercicio.

3.5.10.1 Precio de ejercicio y precio del activo subyacente.

Estos dos primeros factores (precio de ejercicio y precio del activo subyacente) determinan el valor intrínseco y el valor temporal. La prima o el costo de una opción viene determinada a partir de dos componentes, 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.

A continuación mostramos un ejemplo para una mejor comprensión: el precio del activo subyacente es \$345.Opción de compra a Enero con el precio de ejercicio en \$330. Tener el derecho de comprar algo que vale

$345 por $330 tiene un valor de por lo menos $15. Este es el valor real o intrínseco de una opción.

Precio del activo subyacente –precio de ejercicio = valor intrínseco

345-330=15.

Si el inversor decide hacer efectiva la opción de compra, será por la cantidad que excede el precio del activo subyacente con relación al precio de ejercicio, por lo tanto una opción de compra tiene más importancia cuando el precio del activo subyacente suben en el mercado y menos valor cuando el precio del ejercicio aumenta.

Las opciones de venta tienen valor intrínseco cuando su precio de ejercicio está por encima del precio de mercado del activo subyacente. Esto permitirá al tenedor vender el activo subyacente a un precio superior al de mercado.

Valor intrínseco de una opción de venta = precio de ejercicio – precio del activo subyacente.

Para una opción de venta el resultado o beneficio estará dado por la cantidad que exceda el precio del ejercicio al precio del activo subyacente, por lo tanto una opción de venta tiene mayor importancia para su poseedor cuando el precio del activo subyacente baje, mientras que su importancia desciende cuando el precio del activo subyacente sube.

Las opciones que tienen valor intrínseco se conoce como “dentro de dinero” (in-the-money). Las opciones que no tienen valor intrínseco se conoce como opciones “fuera de dinero” (out-the-money). Las opciones con un precio de ejercicio igual al del activo subyacente se conoce como “en dinero”(at-the-money). Si de la prima de una opción sustraemos su valor intrínseco, lo que nos resta se conoce como valor temporal.

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.

Cuanto más tiempo falte para que una opción venza, mayor va a ser su valor temporal, ya que es mayor la posibilidad de que haya movimientos de precio en el activo subyacente. A medida que la opción se acerque a la fecha de su vencimiento, su valor temporal va a ir disminuyendo cada vez en una mayor proporción. Aproximadamente el 60% del valor temporal de una opción se pierde en el último 30% del tiempo de su vida.

El valor temporal puede interpretarse como una especie de seguro contra el posible movimiento de precio del activo subyacente, pagado por el comprador al vendedor(emisor) de una opción. Como en todas las pólizas de seguros, cuanto más tiempo cubra la póliza, mayor será la prima pagada. Por lo tanto, es natural suponer que se dan las dependencias con los precios del activo subyacente y de ejercicio, que observamos en los siguientes gráficos:

GRÁFICO 3.5

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE COMPRA CON RESPECTO AL PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE

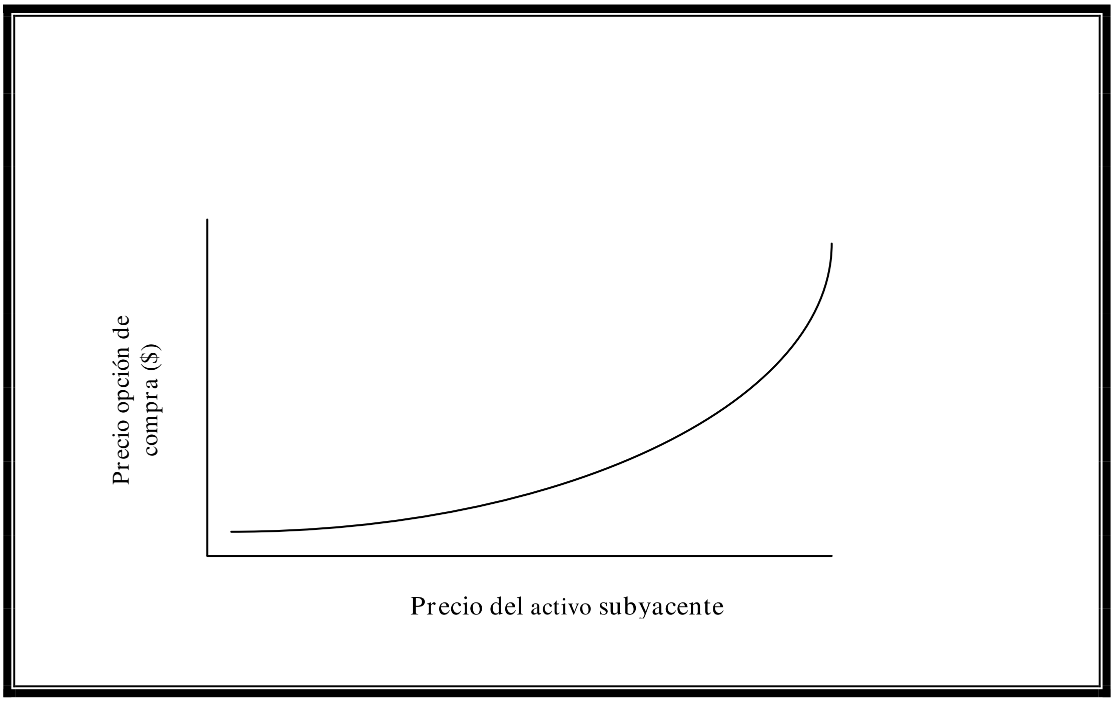
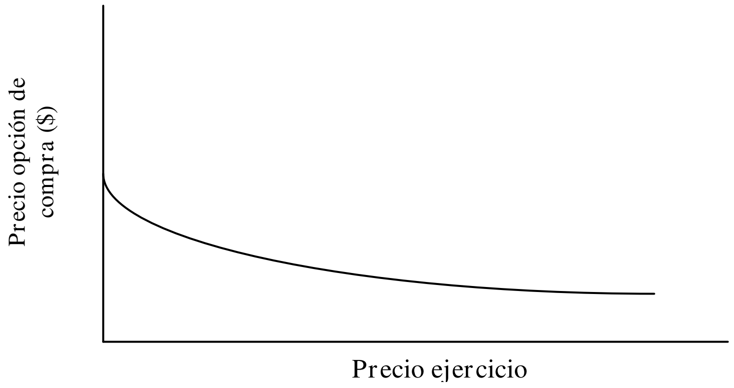


GRÁFICO 3.6

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE COMPRA CON RESPECTO AL PRECIO DEL EJERCICIO



Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio del ejercicio.

GRÁFICO 3.7

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE VENTA CON RESPECTO AL PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE

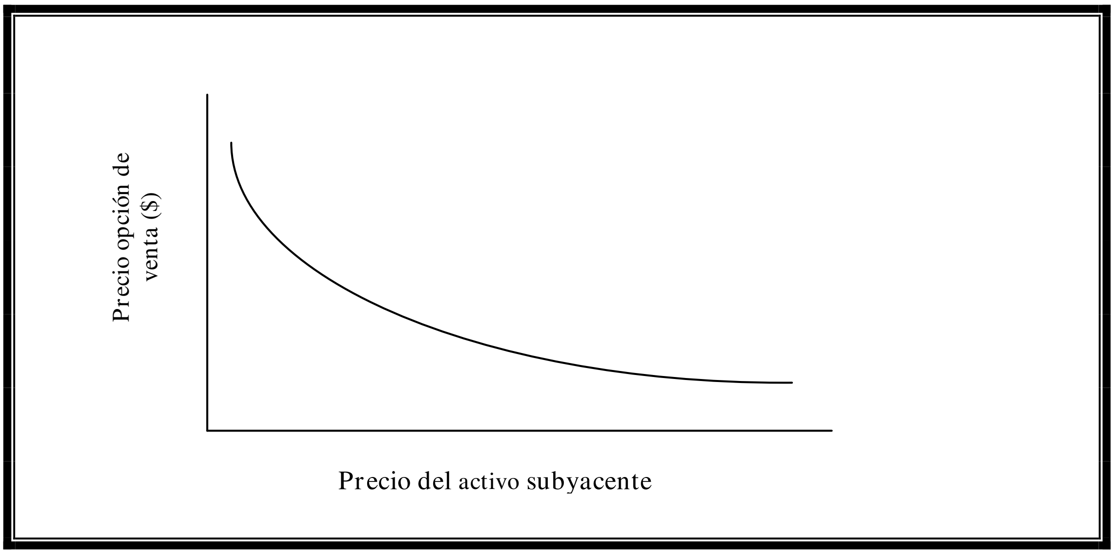
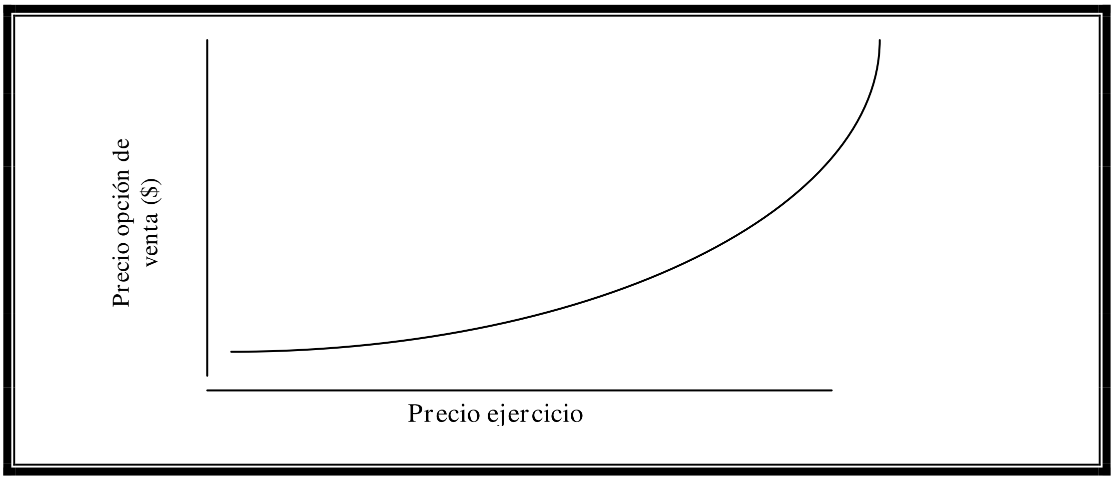


GRÁFICO 3.8

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE VENTA CON RESPECTO AL PRECIO DEL EJERCICIO



3.5.10.2 Tiempo para el vencimiento.

Hay que considerar que las opciones americanas de compra y de venta tienen más valor cuando mayor es el tiempo que falta para el vencimiento. Para poder entender esto, consideremos el caso de dos opciones que vencen en diferentes fechas, el poseedor de la opción de vida larga tiene mayor oportunidades de ejercicio en relación con el poseedor de la opción de vida corta, por tanto la opción de vida larga, debe tener al menos tanto valor como la opción de vida corta.

En cambio las opciones europeas de compra y venta, no tienen necesariamente más valor cuando el tiempo que falta para el vencimiento es próximo, ya que los propietarios de una opción europea de compra sólo la puede ejercer en la fecha de vencimiento de la misma.

3.5.10.3 Volatilidad.

La volatilidad es una medida del movimiento del precio de un activo subyacente durante un tiempo dado. El precio de los activos subyacentes es una medida de la incertidumbre sobre los movimientos futuros del precio de las mismas, cuando la medida de la volatilidad aumenta la posibilidad de que las utilidades vaya bien ó mal aumenta, para los activos subyacentes este resultado es compensador el uno del otro, mientras que para un poseedor de opciones no es así, el propietario de una opción de compra se benefician con el aumento del precio de los activos subyacentes, claro que está incluido un riesgo al darse el caso de una baja de los precios, lo único que se perdería es la inversión inicial es decir el valor de la opción, de la misma manera el propietario de una opción de venta se beneficia con la reducción de los precios de los activos subyacentes, el valor de ambas opciones, de compra y de venta aumenta cuando la volatilidad es mayor.

GRÁFICO 3.9

COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA CON RESPECTO A LA VOLATILIDAD

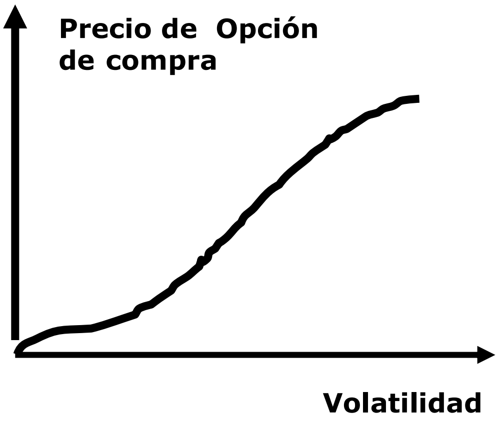
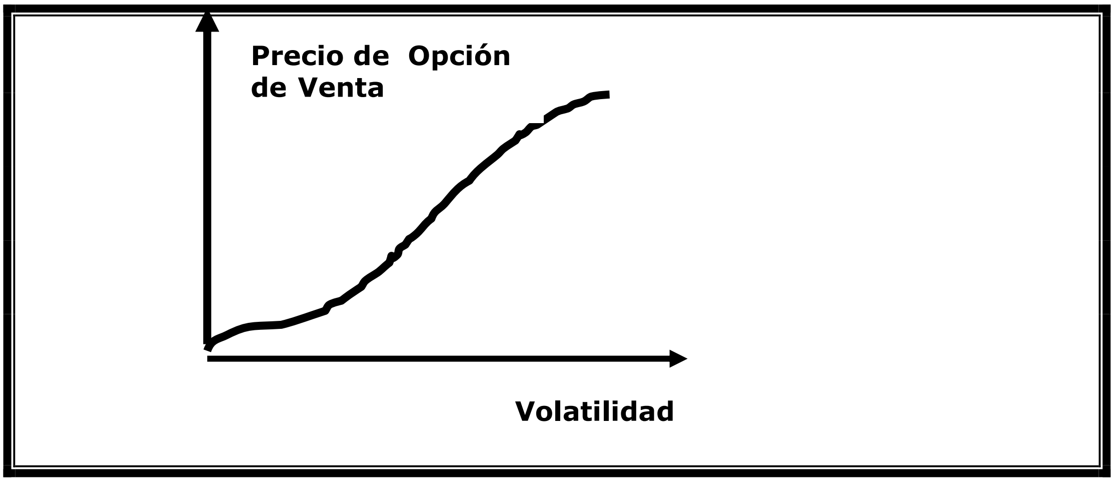


GRÁFICO 3.10

COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE VENTA CON RESPECTO A LA VOLATILIDAD



3.5.10.3.1 Tipos de volatilidad.

Hay varias maneras diferentes de medir la volatilidad:

- La volatilidad histórica se fija en el comportamiento del activo subyacente en el pasado. Es conocida y puede medirse fácilmente. No obstante, el comportamiento en el pasado no es una garantía para el comportamiento futuro.
- La predicción de la volatilidad intenta prever lo que pasará en el futuro y, por su propia naturaleza, no es una ciencia exacta.
- La volatilidad implícita es la volatilidad recogida en los precios negociados hoy.

- La volatilidad futura es la que todo el mundo quiere conocer.

Un aumento en la volatilidad hará que aumenten las primas, a causa de la incertidumbre añadida a los movimientos de precio del activo subyacente. Un mayor movimiento de los precios afectará la posibilidad de que la opción venza. Una disminución de la volatilidad resultará en la disminución de la prima, ya que la posibilidad de que la opción venza también disminuye.

3.5.10.4 Tipo de interés libre de riesgo.

El tipo de interés libre de riesgo afecta directamente al precio de una opción, cuando los tipos de interés en la economía local aumentan y la tasa del crecimiento esperada de los precios de los activos subyacentes aumenta, estos dos efectos tiende a disminuir el valor de una opción de venta, cuando los tipos de interés libre de riesgo suben los precios de las opciones de venta tienden a disminuir. En el caso de las opciones de compra aumenta su precio cuando el primer efecto(tasas de interés libre de riesgo) aumentan.

GRÁFICO 3.11

EFECTO DE LA TASAS DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CON EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA

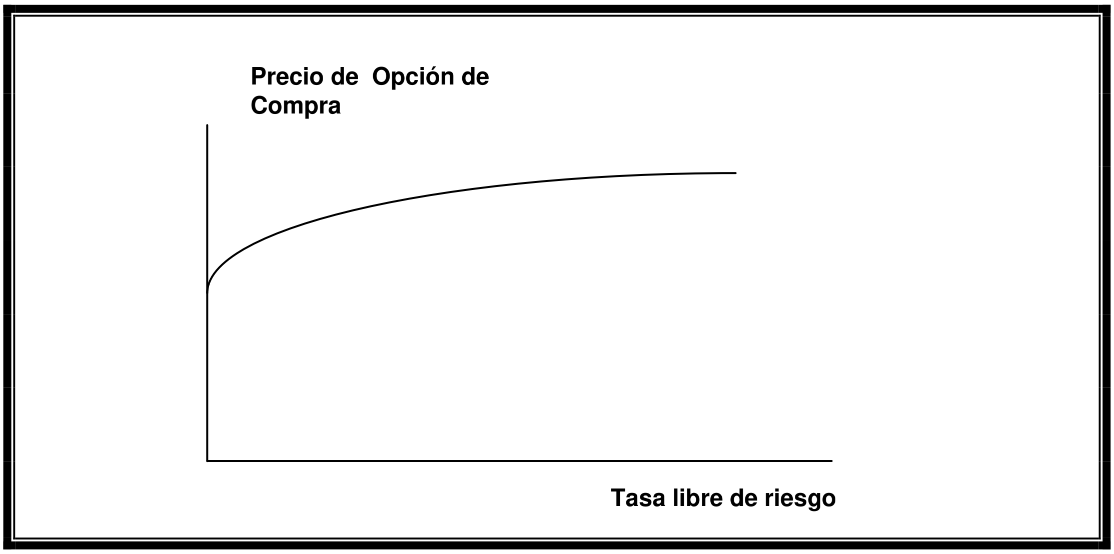
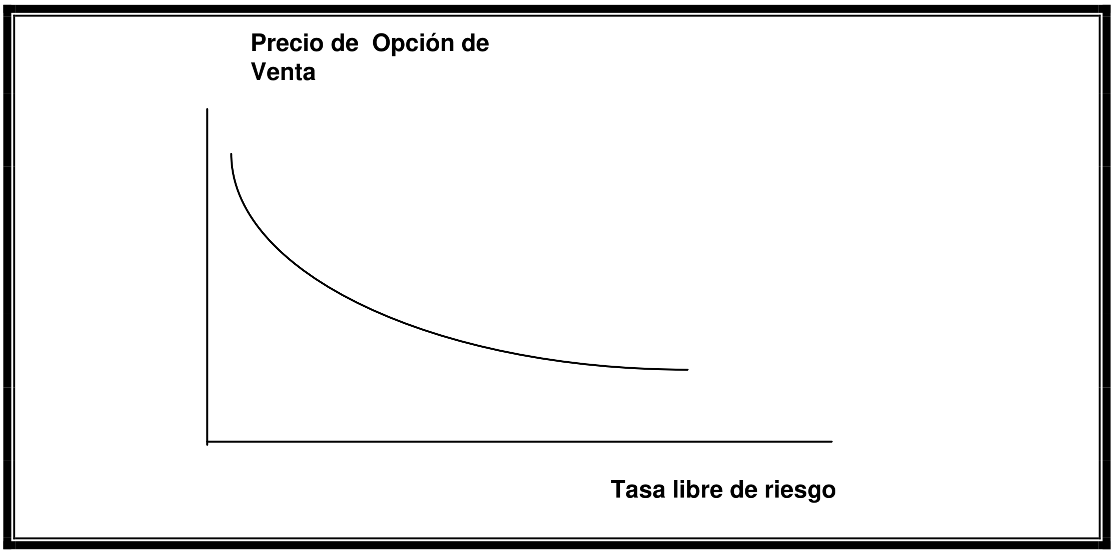


GRÁFICO 3.12

EFECTO DE LA TASAS DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CON EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE VENTA



3.5.10.5 Dividendos.

Los dividendos no son más que la ganancia esperada por un inversor al inicio de una actividad financiera, la misma tiene el efecto de reducir los precios de las acciones, estas son malas noticias para el valor de las opciones de compra y buenas para el valor de las opciones de venta, debido a que los valores de las opciones de compra están correlacionadas de forma negativa con los valores de los dividendos anticipados y los valores de las opciones de venta están correlacionadas positivamente con los valores de los dividendos anticipados. Los propietarios de las opciones no tienen derecho a los dividendos que paga el activo subyacente, y por lo tanto, los dividendos no tienen ningún efecto DIRECTO en el valor de la opción.

GRÁFICO 3.13

EFECTO DE LOS DIVIDENDOS SOBRE EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA

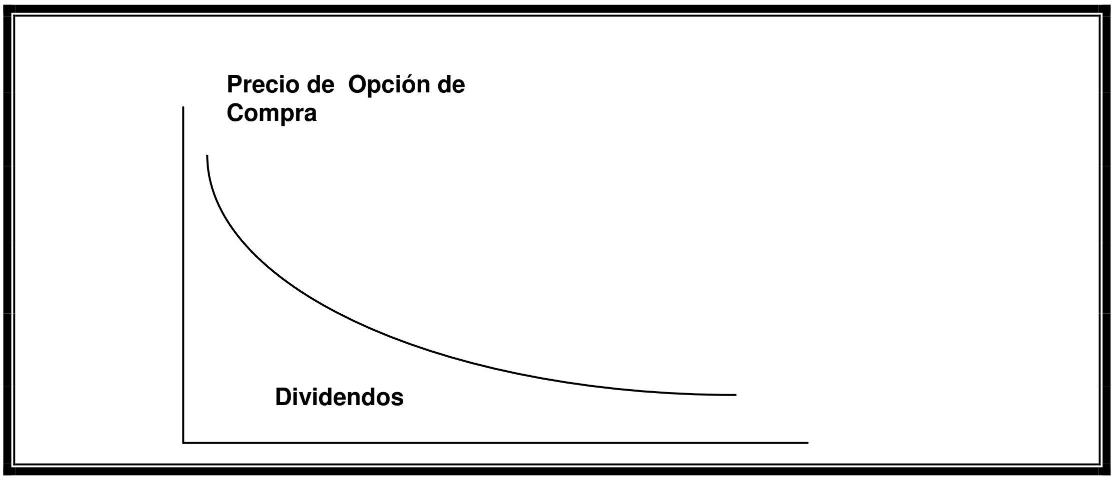
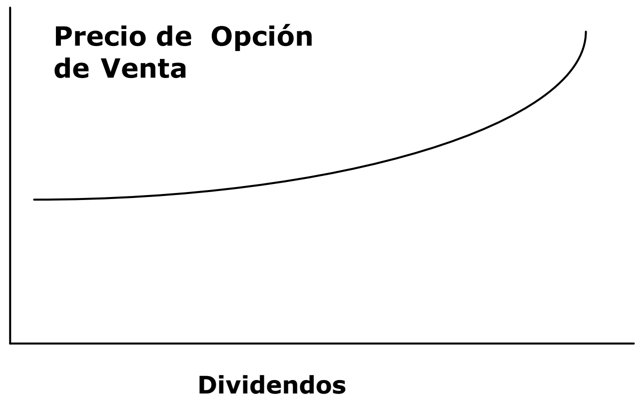


GRÁFICO 3.14

EFECTO DE LOS DIVIDENDOS SOBRE EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE VENTA



Los seis factores que acabamos de tratar se utilizan junto con un modelo de determinación del precio de las opciones. Los dos más conocidos son el modelo de Black-Sholes y el modelo de Cox-Ross-Rubenstein (binomial). Los precios generados a partir de estos modelos se conocen como valores justos y no son necesariamente los que se negocian en el mercado de opciones. A partir del valor justo un inversor puede decidir si una opción está sobre valorada o infravalorada y comprar o vender en consecuencia.

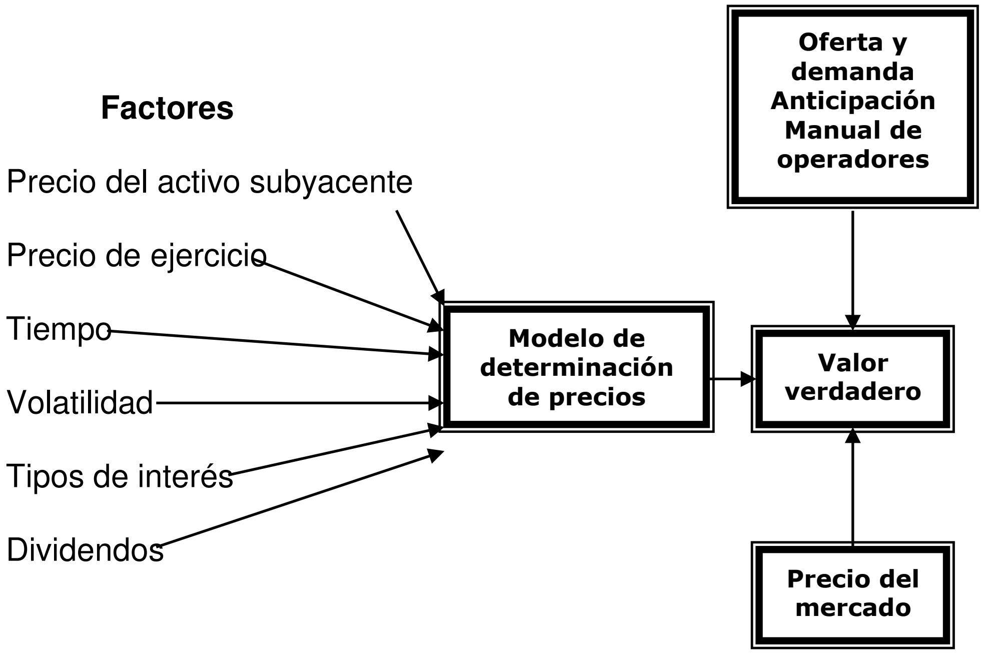
3.5.10.6 Movimientos en los factores que determinan el precio de las opciones.

- 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.
- Un aumento del precio de ejercicio provocará un aumento de precios de las opciones de compra y un descenso en las opciones de venta.
- Si aumenta la volatilidad, aumentará el precio de las opciones de compra y venta.
- Cuanto más lejos esté el vencimiento, más alto será el precio de las opciones de compra y venta.
- Si aumentan los tipos de interés, los precios de las opciones de compra bajarán y los de venta subirán, a causa del efecto en el mercado del activo subyacente.

En el siguiente gráfico se muestra la influencia de los factores en los precios de las opciones.

GRÁFICO 3.15

INFLUENCIA DE LOS FACTORES EN LOS PRECIOS DE LAS OPCIONES



3.6 Contratos Futuros.

Un contrato futuro es un acuerdo para comprar o vender un bien en una fecha futura fija a un precio acordado en el día de hoy. En un contrato de futuros las dos partes están **obligadas** a comprar o vender el activo subyacente en la fecha de vencimiento excepto en el caso que la posición se haya cerrado. No hay ningún recurso para abandonar el contrato en el caso de que el mercado sea adverso al inversor; la Bolsa de Valores ejercerá automáticamente el contrato de futuros sobre el activo subyacente que el inversor está obligado a comprar o a vender.

El comprador de un contrato de futuro paga un deposito (conocido como garantía inicial y que es sólo una fracción del valor del contrato) para hacer frente a sus responsabilidades. A medida que el mercado va evolucionando, el valor de las ganancias o pérdidas del día se añade o se sustrae de la garantía. Si se ha añadido algo a la garantía, se paga dinero al inversor, si se ha sustraído dinero de la garantía(para pagar a la parte contraria de contrato de futuros), debe nivelarse diariamente. El pago por el bien subyacente no tiene lugar hasta que el contrato de futuro se ejerce.

Un inversor que ha comprado un contrato de futuros está obligado a comprar el activo subyacente y se conoce como estar largo, en cambio, un inversor que ha vendido un contrato de futuros está obligado a vender el activo subyacente en el futuro y se conoce como estar corto.

Los futuros financieros son una forma de inversión muy atractiva, en especial para bancos e instituciones financieras que están sometidos a una gran exposición de los cambios en los tipos de interés y cambio.

Los futuros financieros surgieron como respuesta a la aparición de una volatilidad excesiva en los precios de las materias primas, de los tipos de interés, de los tipos de cambio, etc. Junto con otros instrumentos como los Swaps y Opciones, todos ellos instrumentos de gestión del riesgo de fluctuación de las anteriores variables.

El propio crecimiento de la actividad económica impulsa en gran medida los mercados a plazo, que van necesitando mayores volúmenes de financiación exponiendo a los participantes a riesgos crecientes derivados de las fluctuaciones de los precios y haciendo que dichos participantes exijan el pago de la llamada “prima de riesgo”. La existencia de la misma provoca aumento de costos que llegan a hacerse insoportables por los miembros actuantes. Así los mercados de futuros nacen como solución a este problema.

3.6.1 Tipos de contratos

En la actualidad se contratan futuros sobre casi todo, puesto que lo que realmente se negocia es la volatilidad de los precios y hoy en día los precios de prácticamente todos los productos fluctúan. Puede establecerse una clasificación de los tipos de contratos existentes, atendiendo al activo subyacente que toman como base, así tenemos:

3.6.1.1 Futuros sobre activos físicos (commodities futures)

Los activos físicos o reales en los contratos de futuros provienen de dos grandes grupos: productos agrícolas, principales metales. Actualmente se ha extendido su uso a todo el mundo, y los principales mercados tienen estandarizados los contratos que negocian sobre futuros de activos físicos (commodities), así como las diferentes calidades de cada uno de los productos.

3.6.1.2 Futuros sobre instrumentos financieros (financial futures).

Los futuros financieros comenzaron a negociarse a partir de los años 70 en el mundo y por orden de aparición, los activos en los que se basan son los siguientes:

- Divisas
- Tipos de interés (instrumentos de deuda y depósitos interbancarios) e Índices bursátiles.

3.6.2. Ventajas e inconvenientes en la contratación de futuros

3.6.2.1 Ventajas.

- El mercado de futuros suele ser utilizado como cobertura del riesgo de fluctuación de los precios al contado antes del vencimiento.
- Los contratos de futuros ofrecen menores costos iniciales que otros instrumentos equivalentes, puesto que sólo ha de

depositarse una fianza o margen sobre un activo subyacente mucho mayor.

- La existencia de una Bolsa organizada y unos términos contractuales estandarizados proporciona liquidez y posibilita a los participantes cerrar posiciones en fecha anterior al vencimiento. La Cámara de Compensación garantiza en todo momento la liquidación del contrato. Las partes no van a asumir riesgos de insolvencia.

3.6.2.2 Inconvenientes

- Al igual que en los contratos a plazos, nos exponemos al riesgo de que nuestra visión del mercado no sea la correcta, sobre todo en estrategias especulativas.
- Si utilizamos los contratos de futuros como instrumento de cobertura perdemos los beneficios potenciales del movimiento de los precios a futuro.
- No existen contratos de futuros para todos los instrumentos ni para todas las mercancías. Al estar estandarizados todos los términos del contrato pueden no cubrirse exactamente todas las posiciones de contado.

La descripción de un contrato de futuros es bastante detallada e incluye detalles como cantidad, calidad, fecha de entrega, método de entrega, etc.

Las fecha de vencimiento de los futuros es conocida como fecha de entrega. Es durante los meses de entrega que el activo subyacente del contrato de futuros puede ser comprado o vendido. La utilización de los futuros tiene la misma finalidad que las opciones: para especular o para cubrir el riesgo.

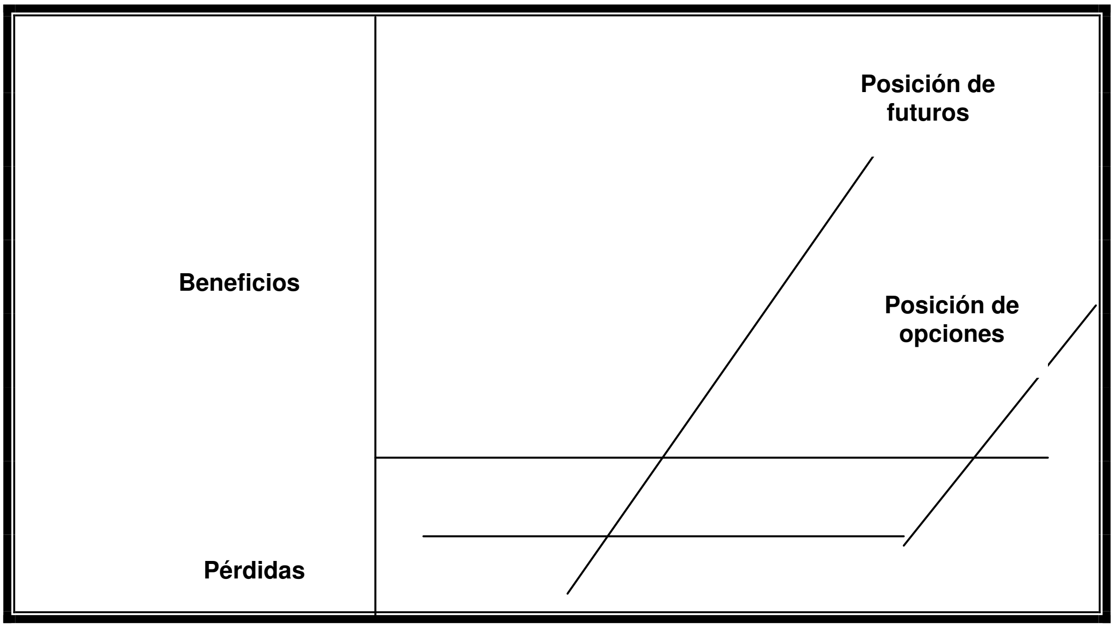
El mercado de los contratos de los futuros es manejado por una cámara que es la responsable de todas las transacciones que se realizan en este mercado. Los márgenes de garantía hacen posible el funcionamiento del mercado porquen sirven de capital para respaldar el mercado y evitan que este tome el riesgo de crédito sobre algún participante. En situaciones de volatilidad extrema los márgenes de garantía son aumentados por la cámara.

Los futuros se pueden utilizar con finalidades de compraventa o de especulación. En lugar de comprar contratos de futuros para que actúen como cobertura y compensen una caída del activo subyacente, un inversor comprará o venderá contratos de futuros con la esperanza de venderlos o volverlos a comprar en fecha posterior y así obtener ganancias.

La ventaja de operar con contratos de futuros está en que el inversor no tiene que ser propietario del activo subyacente, ya que sólo tiene que entregar la garantía inicial para contribuir a la liquidez. Las pérdidas potenciales de un inversor que compra un contrato de futuros no se limitan a la cantidad inicial pagada, que se muestra en el siguiente gráfico.

GRÁFICO 3.16

POSICIÓN DE COMPRA DE FUTUROS CONFRONTADA A LA POSICIÓN DE UNA OPCIÓN DE COMPRA



3.7 Contrato Foward (adelantado).

Es un contrato entre dos partes que obliga al titular a la compra de un activo por un precio determinado en una fecha predeterminada. Un Forward es un contrato que establece en el momento de suscribirse la cantidad y precio de un activo subyacente que será intercambiada en una fecha posterior. A diferencia de un contrato de Futuros, las condiciones pactadas se establecen de acuerdo a las necesidades específicas de las partes. Un contrato foward (a plazo) es cualquiera cuya liquidación se defiere hasta una fecha posterior estipulada en el mismo.

Si una compañía o un individuo compra moneda extranjera (por ejemplo dólares contra marcos alemanes) y acuerda no intercambiar los dólares por marcos hasta una fecha posterior, por ejemplo dentro de seis meses, la transacción es descrita como foward, o “a plazo”.

Las transacciones fowards son unos de los instrumentos derivados más sencillo y son muy habituales en todo tipo de actividades financieras. El contrato de fowards se aplica en los siguientes ejemplos:

- Una compañía que exporta a otros países, y está expuesta al tipo de cambio entre su divisa local y las divisas extranjeras en las que cobra por sus ventas, puede cubrir por adelantado su riesgo de tipo de cambio vendiendo a foward las divisas que espera recibir en el futuro.

- Una compañía minera puede protegerse contra el riesgo de bajadas en el precio de su producto vendiéndolo por adelantado en el mercado foward para asegurar el precio de venta de su producto aun no extraído.
- Una compañía aérea para protegerse contra el riesgo de subidas en el precio de materias primas que consumen comprando a un precio fijo en el mercado foward sus requerimientos para un plazo futuro dado.

3.7.1 Características del Contrato Foward.

- No existe ningún desembolso inicial (esto es lógico, puesto que el precio lo fijan las dos partes de mutuo acuerdo). Esto hace especialmente atractivo este instrumento pues para contratarlo bastan, en ocasiones, una o dos llamadas telefónicas o desde la propia computadora personal del intermediario financiero.
- Únicamente al vencimiento del contrato hay un solo flujo de dinero a favor del “ganador”. Por tanto, el valor del contrato tan sólo se descubre a posteriori.
- El contrato es vinculante, no permite ninguna elección en el futuro, como ocurre en el caso de las opciones.

- Normalmente no es negociable después del cierre del contrato, no existiendo mercados secundarios para forwards (como es el caso para algunos futuros y opciones).
- Únicamente forwards de tipo de interés son en ocasiones transferidos. Los forwards de divisas, en cambio, no son transferibles y generalmente se espera que al vencimiento se liquide mediante la entrega efectiva de las divisas convenidas.
- El riesgo de crédito en un contrato forward puede llegar a ser bastante grande y además, es siempre bilateral: el "perdedor" puede ser cualquiera de las dos partes.
- Vencimiento de operaciones es cualquier fecha.
- Términos del contrato ajustado a sus necesidades.
- Tantos mercados como acuerdos de compraventa.
- Fijación de precios negociables entre las partes.
- Fluctuaciones de precios libres de restricciones.
- Relación comprador/ vendedor directa o casi directa.
- Deposito previo no usual.
- Riesgo de insolvencia asumido por ambas partes.
- Cumplimiento del contrato a la entrega física del activo.

Existen los siguientes foward:

- Fowards sobre activos que no pagan dividendos ni intereses.

- Fowards sobre activos que pagan intereses o dividendos.
- Fowards sobre tipo de interés.

3.8 Contrato Swaps (Intercambios).

El Swap es un instrumento novedoso que data de 1981. Consiste en una transacción financiera entre dos partes que acuerdan intercambiar flujos monetarios durante un periodo determinado siguiendo unas reglas pactadas. Su objetivo es mitigar las oscilaciones de las monedas y de los tipos de interés.

Un swap es un contrato por el cual dos partes se comprometen a intercambiar una serie de flujos de dinero (cashflows) en una fecha futura. Los flujos en cuestión pueden ser función de cualquier cosa, de los tipos de intereses a corto plazo como del valor de un índice bursátil o cualquier otra variable.

Es una serie consecutiva de contratos adelantados convenidos conforme las necesidades particulares de quienes los celebran. Esta clase de contratos no necesariamente implica la entrega del subyacente del que depende el Swap, sino de compensación en efectivo. El Swap, como elemento de gestión del pasivo de una empresa, permite pasar de un tipo de deuda a otra.

La invención de los contratos swaps ha sido uno de los avances más importantes en las finanzas aplicadas modernas debido a que ha establecido un mercado liquido de valor presente. Ante de los swaps no había instrumentos que permitieran manipular directamente el valor presente; existían solamente bonos y préstamos que acarreaban muchos otros riesgos como el riego de crédito. Aunque los swaps tienen un componente de riesgo de crédito pero mucho menores de un préstamo típico al mismo plazo.

A diferencia de los bonos, el usuario de swaps puede construirlo totalmente a la medida, sin tener que limitarse a usar los bonos o deudas disponibles.

El mercado de swaps es un mercado de reciente aparición comparado con el mercado de divisas o con la bolsa de valores, y eso le ha dado una importante ventaja al no depender de una herencia histórica que lo limite.

Un contrato swaps no es un préstamo, aunque el mercado de los swaps comenzó su existencia en el marco legal de los préstamos paralelos (A presta a B a tipo variable, B presta a A a tipo fijo la misma cantidad de dinero), en la actualidad la documentación de un swaps excluya específicamente toda mención de préstamos paralelos; un swaps es exclusivamente un intercambio de flujos de tipo de interés y nadie presta el nominal a nadie; de hecho el nominal es referido como nominal nocional para enfatizar que sólo es usado como un número más para el cálculo de los intereses debidos, para reducir el riesgo de crédito.

Una ventaja de los swaps es la conveniencia, flexibilidad, rapidez y reducción en costos de transacción. Los swaps son un intercambio de deudas entre dos partes, y pueden ser:

- Tipo de interés.
- Cambio de divisas.
- Comportamiento de índices.

Para realizar un contrato swaps una empresa debe encontrar otra empresa que quiera tomar la oposición opuesta, mientras que un participante activo en el mercado puede tomar directamente la posición opuesta a su cliente sin haber antes encontrado a alguien que quiera hacer lo contrario y cubrir el riesgo. También puede tomar la posición sin cubrirla y especular sobre la evolución de tipo de interés si su opinión es contraria a la de su cliente.

Los contratos swaps más utilizados son:

3.8.1 Swaps de tipo de interés.

Los swaps de tipo de interés son los más habituales en el mercado, este mercado de swaps ha crecido hasta alcanzar enormes volúmenes. Un swaps de tipo de interés normal es un contrato por el cual una parte de la transacción se compromete a pagar a la otra parte un tipo de interés fijado por adelantado sobre un nominal también fijado por adelantado, y al segunda parte se compromete a pagar a la primera un tipo de interés variable sobre el mismo nominal.

Los swaps de tipo de interés son enormemente útiles porque sirven para segregar el riesgo y hacerlo transferible, aumentando así la eficiencia del mercado. Un swaps de tipo de interés permite separar el riesgo del mercado (fluctuaciones en el valor de una compañía atribuibles a los movimientos en los tipo de interés) del riesgo de crédito (pérdidas o ganancias debidas a insolvencia de contrapartidas en transacciones), y permite por lo tanto la gestión por separado de ambos tipos de riesgo.

3.8.2 Swaps de materias primas.

Uno de los problemas clásicos en finanzas es la financiación de los productores de materias primas. Una compañía minera, por ejemplo, frecuentemente deriva la mayor parte de sus beneficios de la producción y venta de un único producto, y por lo tanto es enormemente vulnerable a movimientos en el precio de los productos.

El mercado de capital es consciente que los productores de materias primas, debido a la volatilidad de sus beneficios, son muchas más arriesgadas que las empresas comerciales. Por la aparición de los contratos swaps ha sido posible separar el riesgo del precio del mercado del riesgo de crédito, y convertir a un productor de materias primas en una simple fabrica que procesa materiales sin tomar riesgo de precio. La eliminación del riesgo de precios permite abaratar enormemente los costos de financiación, especialmente donde el riesgo principal es el precio.

El contrato swaps sobre materias primas es, puramente, un intercambio de dinero basado en el precio de la materia prima; la empresa A no entrega a la empresa B la materia prima en ningún momento. La empresa A sencillamente sigue vendiendo todos los meses normalmente la materia prima sobre el mercado libre igual que hacia antes del swaps, y el swaps sirve para compensar cualquier diferencia entre el precio variable de mercado así obtenido y el precio fijo establecido mediante el swaps. Si el precio de las materias prima baja por debajo del precio acordado B paga a A la diferencia, y se sube B paga a A la diferencia.

Las transacciones de este tipo son utilizadas por productores de materias primas, pero para tener un mercado también hace falta compradores de materias primas. Los usuarios de swaps de materias primas de parte de los consumidores suelen ser compañías, ya sea industriales o en el sector de servicios, cuyos costos dependen fuertemente del precio de alguna materia prima.

3.8.3 Swaps de divisas.

Contrato financiero entre dos partes que desean intercambiar su principal en diferentes monedas, por un periodo de tiempo acordado. Al vencimiento, los principales son intercambiados al tipo original de contado. Durante el periodo del acuerdo, las partes pagan sus intereses recíprocos.

Características.

- No hay nacimientos de fondos .
- Rompe las barreras de entrada en los mercados internacionales.
- Involucra a partes cuyos principales es la misma cuantía.
- El costo del servicio resulta menor que sin la operación Swap.
- Tiene forma contractual, que obliga al pago de los intereses Recíprocos.
- Retiene la liquidez de la obligación.
- Se suele realizar a través de intermediarios .

Los swaps de divisas pueden ser de dos tipos. El primero y la más frecuente es el foward sobre divisas, explicados anteriormente. El segundo tipo es una variante del swaps de tipo de interés, en que el nominal sobre el que se paga el tipo de interés fijo y el nominal sobre el que se paga el tipo de interés variable son en dos moneda distintas. Un swaps de divisas puede tratarse como dos bonos en dos monedas distintas, normalmente uno a tipo fijo y el otro a tipo variable.

3.8.4 Swaps de índices bursátiles.

Un mercado más reciente es el de los swaps sobre índices bursátiles, que permiten intercambiar el rendimiento del mercado de dinero, por el rendimiento de un mercado bursátil. El rendimiento del índice bursátil es la suma de dividendos recibidos y ganancias o pérdidas de capital.

Como ejemplo de un contrato swaps de divisas tomamos dos empresas, una británica y otra norteamericana. La empresa británica tiene un fácil acceso a fondos en libras esterlinas, pero tiene un compromiso en dólares norteamericanos, por su parte, la empresa norteamericana tiene fácil acceso a dólares, pero tiene que hacer frente a un compromiso en libras esterlinas.

La empresa británica acumula fondos en libras esterlinas que luego intercambia (swaps) por los fondos que ha obtenido la empresa norteamericana en dólares. La empresa británica tiene ahora un compromiso en libras esterlinas (pagar los intereses de los fondos que ha obtenido) pero un activo en dólares, mientras que la empresa norteamericana tiene un compromiso en dólares y un activo en libras esterlinas. Las dos empresas están expuestas a cualquier movimiento en los tipos de cambio.

Un aumento de la libra esterlina con respecto del dólar dañará a la empresa británica, mientras que un aumento del dólar con respecto a la libra va a perjudicar a la empresa norteamericana. La empresa británica paga los intereses procedentes de su propiedad en dólares a la empresa norteamericana para que cumpla su compromiso de pago de intereses, y la empresa norteamericana paga los intereses procedentes de su propiedad en libras esterlinas a la empresa británica para que afronte sus responsabilidades de pago de intereses en libras esterlinas.

Entre las dos empresas habrá un banco o una institución financiera que se encargará del swaps y del pago de intereses a cambio del cobro de este servicio.

CAPITULO IV

PROCESOS ESTOCÁSTICOS Y FÓRMULA DE BLACK-SCHOLES.

4.1 Introducción

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 es muy importante y útil, y esto se lleva a cabo gracias a modelos estadísticos–matemáticos. La aplicación de fórmulas matemáticas o físicas, nos dan la idea, por ejemplo, con que velocidad un cierto objeto se moverá dentro de un determinado tiempo, estos sucesos han sido previstos por modelos matemáticos representados por fórmulas físicas, siendo sus conclusiones o repuestas exactas. Cuando el caso es este, es decir que se pueda calcular sucesos orientados en el tiempo de una manera exacta y precisa, entonces se dice que estamos en presencia de un proceso determinístico.

Pero estas condiciones generalmente no se presentan, es decir que de cierto modo podamos concluir o calcular sucesos futuros de manera exacta, pues los fenómenos o sucesos que se dan en la realidad no son completamente o totalmente exactos o determinísticos, pues si consideramos el ejemplo acerca de un objeto que se moverá dentro de un determinado tiempo, debemos considerar, si el objeto va al nivel de la tierra, las posibles interrupciones que tenga el mismo, o en el peor de los casos una posible avería, en este ejemplo podemos considerar acciones o ruidos que interrumpan el normal desenvolvimiento de un suceso, si este es el caso, entonces estamos en presencia de un proceso **estocástico**, en el cual no se concluye o responde exactamente, pero que con la ayuda de las probabilidades podemos encontrar rangos de valores, en el cual puede acaecer el suceso en estudio.

En este capítulo trataremos el método de valoración óptima de las diferentes clases de opciones existentes en los mercados financieros, como son las opciones de tipo americana y las opciones de tipo europeo, las cuales desde el punto de vista del cálculo representan el caso continuo y el caso discreto respectivamente.

El análisis de las opciones americanas se lo realiza por medio de árboles binomiales, mientras que para el caso de las opciones europeas, se utiliza la ecuación diferencial de Black-Sholes, la cual considera la influencia de diferentes variables que alteran el costo de la opción y que es el método a utilizar en este estudio.

4.2 Procesos Estocásticos.

Un proceso estocástico es una familia de variables aleatorias **$\{ X(t), t \varepsilon T \}$**, clasificada mediante un parámetro que varía en un conjunto índice T y X, representa una característica de interés medible en el tiempo t. Por ejemplo, el proceso estocástico, X_1, X_2, X_3,.., puede representar la colección de niveles de inventario semanales (o mensuales) de un producto dado, o puede representar la colección de demandas semanales (o mensuales) de este producto.

Si t toma valores en un conjunto continuo $T \subseteq R$ el proceso se llama proceso de parámetro continuo, si t toma valores discretos pues se llama proceso de parámetro discreto. Cada vez que **corre** el proceso se obtiene, para cada t un valor de variable aleatoria X(t) y el gráfico de estos valores nos presenta una realización del proceso. 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.

Sabemos que el comportamiento de una variable aleatoria se describe mediante una adecuada distribución de probabilidad. En un proceso estocástico el comportamiento de la variable aleatoria considerada varía en el tiempo. Por tanto, la distribución de probabilidad utilizada para describirla también podrá variar en el tiempo.

Para describir el proceso estocástico que sigue una variable aleatoria temporal x_t , deberemos indicar en cada instante t cual es la distribución de probabilidad asociada a x_t. Una manera de representar un proceso estocástico consiste en especificar la ley de probabilidad conjunta de las n variables aleatorias **$X(t_1)$, $X(t_2)$,...... ...,$X(t_n)$**, se debe conocer la función de distribución conjunta, dada para los números reales $x_1, x_2, \dots, x_n$ por :

$$F_{x(t_1),x(t_2),x(t_3),\dots,x(t_n)}(x_1, x_1, \dots, x_n) = P\left[X(t_1) \le x_1, X(t_2) \le x_2, \dots, X(t_n) \le x_n\right]$$

O bien, la función característica conjunta, dada para todo número real u_1, $u_2, \dots, u_n$ por:

$$\varphi_{(t_1),x(t_2)\dots,x(t_n)}(u_1, u_2, \dots, u_n) = E\left[\exp i(u_1 x(t_1) + u_2 x(t_2) + \dots u_n x(t_n))\right] =$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \exp i(u_1 x_1 + u_2 x_2 + \dots + u_n x_n) dF_{x(t_1),x(t_2),\dots x(t_n)}(x_1, x_2, \dots x_n)$$

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...)

Ejemplo:

Consideremos el proceso estocástico x_T dado por:

$X_T \approx N(X_0 + \mu T, \sigma^2 T)$ X_0, μ, σ constantes conocidas.

En un instante final de tiempo T, X_T sigue una distribución de probabilidad de Media $X_0 + \mu T$ y de varianza $\sigma^2 T$.

Cuando se está modelizando un fenómeno real, resulta difícil establecer directamente cual va ser la distribución de probabilidad adecuada, así cómo determinar cómo van a variar sus parámetros en el tiempo.

Por ello es frecuente que los procesos estocásticos vengan dados mediante ecuaciones. En dichas ecuaciones se relaciona el valor de la variable aleatoria x_t en el instante t, con su valor en el instante anterior x_{t-1}.

Ahora, para que una ecuación en diferencias sea estocástica es necesario que en su expresión intervenga una variable aleatoria estándar ε_t. De este modo el valor de x_t no se deduce de forma determinista a partir del valor de x_{t-1}, sino que depende también del comportamiento de la variable aleatoria ε_t, la variable aleatoria anterior inducirá en x_t una distribución de probabilidad variable en el tiempo, es decir, x_t seguirá un proceso estocástico.

4.2.1 Ejemplos de procesos estocásticos definidos por ecuaciones:

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

ε_t sigue una distribución de probabilidad dada por:

$$P(\varepsilon = 1) = P(\varepsilon = -1) = \frac{1}{2}$$

La distribución de probabilidad de x_t vendrá inducida a partir de la distribución binomial que sigue ε_t. Este ejemplo se puede ilustrar mediante el experimento del lanzamiento de una moneda.

En muchos casos, es posible deducir a partir de la ecuación que define el proceso estocástico, cual sería la distribución de probabilidad de la variable aleatoria x_t.

Los activos financieros suelen seguir procesos de variables discretas como ejemplo el caso del precio de un futuro de eurodólares, que sólo puede variar en puntos.

4.2.2 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.

4.2.2.1 Proceso Estocástico fuertemente estacionario.

El proceso X(t) se llama fuertemente estacionario, si para cualquier subconjunto de índices admisibles $\{t_1, t_2, t_3, ... t_n\}$ y para cualquier **s,** la distribución conjunta de $\{X(t_1), X(t_2), X(t_3), ... X(t_n)\}$ es la misma que la distribución conjunta de $\{X(t_1+s), X(t_2+s), X(t_3+s), ... X(t_n+s)\}$.

4.2.2.2 Proceso débilmente estacionario.

El proceso X(t) se llama débilmente estacionario si los momentos conjuntos de orden n de las variables no dependen del tiempo en que se observan dichas variables.

4.2.3 Proceso de Markov.

Se dice que un proceso estocástico posee la propiedad de Markov, cuando su estado actual es la única variable necesaria para predecir el futuro, su estado anterior y sus valores históricos no afectan a las predicciones sobre su futuro.

Un **proceso de Markov** es un tipo particular de proceso estocástico en el que únicamente el estado actual del proceso es relevante a la hora de predecir el estado futuro. Más formalmente, el valor esperado de una variable aleatoria X_t en el instante t, depende únicamente del valor previo x_{t-1}.

Generalizando, si poseemos información sobre x_r , con $r<t$, entonces a la hora de estimar x_t ,la única información que necesitamos es la de x_r , para el mayor r para el que tengamos información.

La suposición convencional es que los activos financieros siguen procesos de Markov y toda la información que afecta a su precio está contenida en su valor actual, no se podrán realizar predicciones sobre su evolución ni obtener información adicional sobre la forma de su distribución de probabilidades basándonos en el pasado, el valor actual es la única variable que cuenta. Para lo único que podríamos utilizar la información histórica es para obtener información de naturaleza estadística, como la media, desviación típica.

Se supone habitualmente que los precios de las acciones siguen un proceso de Markov. Esta propiedad de Markov de los precios de las acciones se corresponde con la denominada "eficiencia débil del mercado". Dicha eficiencia débil establece que el precio actual de la acción encierra toda la información contenida en el registro de los precios del pasado. Si esta propiedad no fuese cierta, los analistas técnicos podrían obtener beneficios por encima de la media interpretando las bases de datos de la historia pasada de las acciones. Existe poca evidencia de que sean capaces de hacerlo.

4.2.4 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+Δt;
- ε_t sigue una distribución de probabilidad N(0,1);
- ε_t es independiente de ε_s para todo t<>s;

Un proceso de Wiener es un caso especial de un proceso estocástico, de importante aplicación en finanzas. Se dice que una variable z, sigue un proceso de Wiener cuando sus cambios Δz en un pequeño intervalo de tiempo Δt tienen las siguientes propiedades:

1. - $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$, donde ε es una variable aleatoria con distribución normal, media cero, y varianza 1.

2. - Los valores de Δz en dos intervalos de tiempo Δt son independientes, lo que quiere decir que el proceso es un proceso de Markov.

El proceso obtenido en el límite cuando $\Delta t \rightarrow 0$ es un proceso de Wiener. La propiedad 1, implica que Δz tiene a su vez una distribución normal con media cero, y varianza la de Δt.

Si consideramos un intervalo mayor de tiempo podemos también calcular la desviación típica y la varianza, porque todo intervalo de tiempo t_1-t_2 puede descomponerse en N intervalos menores Δt, de manera que podremos sumar los incrementos Δz para obtener los siguientes resultados:

$$\begin{aligned}
&z(t_2) - z(t_1) = \sum_{i=1}^{N} \varepsilon_i \sqrt{\Delta t} \\
&z(t_2) = z(t_1) \\
&\sigma^2(z(t_2)) = N\Delta t = t_2 - t_1 \\
&\sigma(z(t_2)) = \sqrt{t_2 - t_1}
\end{aligned}$$

Donde σ^2 es la varianza, y σ es la desviación típica de $z(t_2)$. El resultado proviene de la propiedad de las distribuciones normales según la cual, toda variable que es a su vez la suma de N variables normales independientes Z_i es también una variable normal cuya varianza es la suma de las varianzas de todas las Z_i y cuya media es la suma de las medias de todas las Z_i.

Al tomar el límite cuando $\Delta t \to 0$ en la ecuación de la primera condición obtenemos el proceso de Wiener.

$$dz = \varepsilon\sqrt{dt}$$

Que podemos generalizar incluyendo un término que es una función determinística del tiempo transcurrido y una varianza por unidad de tiempo que no sea necesariamente 1, el proceso resultante para una variable X, es entonces:

$$dx = adt + bdz \qquad \textbf{(4.1)}$$

Donde a y b son constantes.

El termino **adt**, representa la parte determinística de la evolución de X, que corresponde a la tendencia general del movimiento de X; el otro término **bdz**, representa la parte aleatoria y por lo tanto impredecible del movimiento de X, también llamado ruido, la constante b es la desviación típica del término aleatorio.

4.2.4.1 Ejemplo de un Proceso Wiener:

Supongamos que queremos estudiar el comportamiento de Δx en un intervalo de tiempo relativamente amplio [0,T].

Procedemos como sigue:

- Subdividimos el intervalo [0,T] en q subintervalos de longitud $\Delta t = T/q$
- Aplicamos la fórmula del proceso de Wiener a cada subintervalo y sumamos miembro a miembro las ecuaciones obtenidas:

$$\begin{aligned}
&X_T - X_{T-1} = \varepsilon_{q-1}\Delta t\\
&X_{T-1} - X_{T-2} = \varepsilon_{q-2}\Delta t\\
&\ldots\ldots\ldots\\
&\ldots\ldots\ldots\\
&X_2 - X_1 = \varepsilon_1\Delta t\\
&X_1 - X_0 = \varepsilon_0\Delta t\\
\hline
&X_T - X_0 = \left(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right)\sqrt{\Delta t}
\end{aligned}$$

Como las variables aleatorias ε_i son independientes y se distribuyen según una normal N(0,1), entonces $\Sigma\varepsilon_i$ se distribuye según una normal de media la suma de las medias y de varianza la suma de las varianzas. Por tanto, $x_t - x_0$ sigue una distribución normal de media y varianza:

$$E\left[x_T - x_0\right] = E\left[\left(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right)\sqrt{\Delta t}\right] = \Delta t * E\left[\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right] = \Delta t * 0 = 0$$

$$Var\left[x_T - x_0\right] = Var\left[\left(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right)\sqrt{\Delta t}\right] = \Delta t * Var\left[\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right] = \Delta t * \sum_{i=0}^{q-1} 1 = \Delta t * q = \frac{T}{q} q = T$$

$$x_T - x_0 \approx N(0,T)$$

$$x_T \approx N(x_0,T)$$

4.3 Distribución Normal.

La función de probabilidad de una variable de Wiener es normal con media 0, y varianza σ^2t. Luego, la formula de la función de densidad es:

$$\varphi(x,\sigma\sqrt{t}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{t}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2 t}}$$

Y la función de distribución de probabilidades es:

$$N(x,\sigma\sqrt{t}) = \frac{1}{\sigma\sqrt{t}\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2 t}} dx$$

4.3.1 Distribución lognormal.

La distribución lognormal es una variable que se obtiene de una transformación de la distribución normal, en la que no es el valor de la variable la que tiene una distribución normal, sino el logaritmo de la variable en cuestión. El proceso mencionado anteriormente da lugar a una distribución lognormal, de hecho se tiene que:

ds= μSdt+σSdz

Donde:

$$d\ln S = (\mu - \frac{\sigma^2}{2})dt + \sigma dz$$

Para está ecuación mostramos que la variable lnS, sigue un proceso generalizado de Wiener, el cambio de lnS, entre el instante cero, y el instante t, está distribuida normalmente como se muestra:

$$\ln S_t - \ln S_0 \approx \phi\left[(\mu - \frac{\sigma^2}{2})t, \sigma\sqrt{t}\right]$$

A partir de esto se desarrolla.

$$\ln\frac{S_t}{S_0} \approx \phi\left[(\mu - \frac{\sigma^2}{2})t, \sigma\sqrt{t}\right]$$

De donde se obtiene.

$$\ln S_t \approx \phi\left[\ln S_0 + (\mu - \frac{\sigma^2}{2})t, \sigma\sqrt{t}\right]$$

Donde S_t es el precio del instrumento subyacente en el tiempo futuro t, mientras que en el tiempo cero, el precio del activo subyacente es de S_0, y ϕ(m,s), es una distribución normal, con media m, y varianza s. En la ecuación anterior se muestra que $\ln S_t$, está normalmente distribuido, se concluye entonces que S_t tiene una distribución lognormal.

El valor esperado de S_t es:

$$\mathbf{E(S_t)=Se^{ut}} \qquad \textbf{(4.2)}$$

Esto corresponde a la definición de μ, como la tasa de rentabilidad esperada. La varianza de S_t está dada por:

$$\mathrm{Var}(S_t) = S^2 e^{2\mu t}(e^{\sigma^2 t} - 1) \qquad \textbf{(4.3)}$$

4.4 Movimiento Browniano.

La mayor parte de la teoría de los procesos estocásticos se desarrolló al principio en relación con el estudio de las fluctuaciones y ruidos en sistemas físicos. Por consiguiente, se puede considerar la teoría de los procesos estocásticos como el fundamento matemático de la física estadística.

Cuando se sumerge en un fluido una partícula de tamaño microscópico, está sometida a un número elevado de impulsos independientes aleatorios debidos a sus choque con las moléculas del fluido. La descripción puede hacerla trazando las trayectorias o relacionando las coordenadas de cada punto con el tiempo t, de manera que, para un movimiento plano, obtendríamos una superficie. Y para un movimiento de las partículas sobre R, tendríamos una curva (t,f(t)), es decir, una serie temporal. La función vectorial resultante [X(t), Y(t), Z(t)] que representa la posición de la partícula en función del tiempo se conoce como movimiento browniano. El movimiento browniano describe los movimientos aleatorios de una partícula suspendida en un líquido o un gas.

Fue observado experimentalmente en 1827 por Robert Brow y tratado por primera vez desde el punto de la mecánica estadística por Einstein en 1905. Si se asume que la constante de resistencia al movimiento es cero, este proceso es equivalente a un proceso que cumple las siguientes condiciones:

- W(0)=0 (convención);
- E(W(t))=0, para todo t;
- W(t) tiene una distribución normal;
- W(t) tiene incrementos independientes y estacionarios.

En resumen, concluimos que la fuerza total que experimenta la partícula browniana es la suma de dos fuerzas: la sistemática y la estocástica. La fuerza estocástica varía mucho en la escala de tiempos en que cambia la fuerza sistemática. Ahora bien, si se suman dos cantidades, una de ellas conocida, pero la otra de naturaleza estocástica, la suma también va a ser estocástica. En consecuencia, la fuerza total que experimenta la partícula es estocástica.

4.4.1 Movimiento Browniano Aritmético

Un movimiento Browniano aritmético (MBA) es un proceso estocástico definido en términos de un proceso de Wiener del modo siguiente:

$$x_t - x_{t-1} = \Delta x = \mu \Delta t + \sigma \Delta z$$

- μ y σ constantes,
- $\Delta z = \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$ es un proceso de Wiener,

La constante μ representa la tasa esperada de cambio de la variable x por unidad de tiempo. En efecto, si eliminamos el segundo sumando tendríamos que $x_t = x_{t-1} + \mu\Delta t$.

El término $\sigma\Delta z$ "perturba" la tendencia marcada por $\mu\Delta t$. Dicha perturbación es σ veces un proceso de Wiener Δz.

4.4.1.1 Propiedades de los Movimientos Brownianos Aritméticos(MBA).

- Para un intervalo temporal Δt dado, el incremento de la variable aleatoria Δx se distribuye según una normal de media $\mu\Delta t$ y varianza $\sigma^2\Delta t$.

$$\Delta x \approx N(\mu\Delta t, \sigma^2\Delta t)$$

Como Δz es un proceso de Wiener, sabemos que sigue una distribución de probabilidad normal de media 0 y varianza Δt. Entonces Δx seguirá también una distribución normal. Veamos cual es su media y su varianza:

$$\mu = E[\Delta x] = E[\mu\Delta t + \sigma\Delta z] = \mu\Delta t + \sigma E[\Delta z] = \mu\Delta t + 0 = \mu\Delta t$$
$$\mathrm{Var} = E[(\Delta x - \mu\Delta t)^2] = E(\sigma\Delta z)^2 = \sigma^2 E[(\Delta z)^2] = \sigma^2 E[(\Delta z - 0)^2] = \sigma^2 \mathrm{Var}[\Delta z] = \sigma^2\Delta t$$

Supongamos que queremos estudiar el comportamiento de Δx en un intervalo de tiempo relativamente amplio [0,T].

Procedemos como sigue:

- Subdividimos el intervalo [0,T] en q subintervalos de longitud $\Delta t = T/q$.
- Aplicamos la fórmula del MBA a cada subintervalo y sumamos miembro a miembro las ecuaciones obtenidas:

$$\begin{array}{l}
X_T - X_{T-1} = \mu\Delta t + \sigma\varepsilon_{q-1}\sqrt{\Delta t} \\
X_{T-1} - X_{T-2} = \mu\Delta t + \sigma\varepsilon_{q-2}\sqrt{\Delta t} \\
\ldots\ldots\ldots \\
\ldots\ldots\ldots \\
X_2 - X_1 = \mu\Delta t + \sigma\varepsilon_1\Delta t \\
X_1 - X_0 = \mu\Delta t + \sigma\varepsilon_0\Delta t \\
\hline
\end{array}$$

$$X_T - X_0 = q\mu\Delta t + \sigma\left(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right)\sqrt{\Delta t} = \mu T + \sigma\left(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right)\sqrt{\Delta t}$$

Como las variables aleatorias ε_i son independientes y se distribuyen según una normal N(0,1), entonces se distribuye según una normal de media la suma de las medias y de varianza la suma de las varianzas. Por tanto, x_T-x_0 sigue una distribución normal de media y varianza:

$$E[x_T - x_0] = E\left[\mu T + \sigma(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i)\sqrt{\Delta t}\right] = \mu T + \sigma\sqrt{\Delta T}E\left[\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i\right] = \mu T + \sqrt{\Delta t} * 0 = \mu T$$

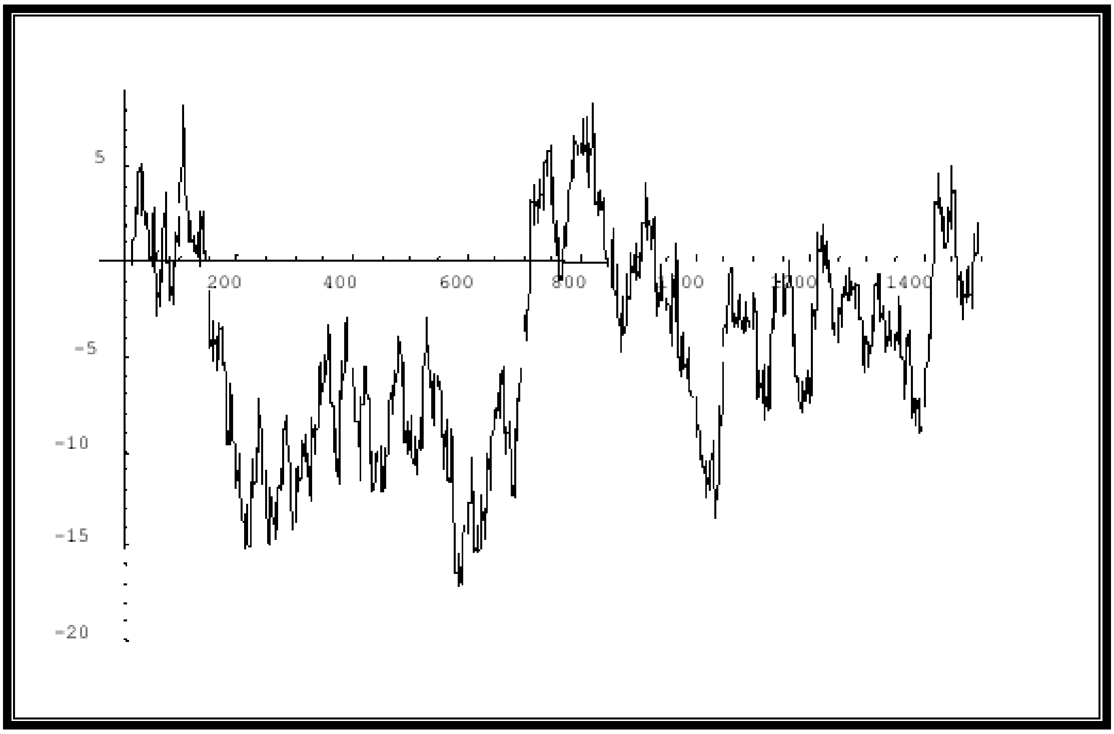
$$Var[x_T - x_0] = E\left[(\mu T + \sigma(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i)\sqrt{\Delta t} - \mu T)^2\right] = E\left[(\sigma(\sum_{i=0}^{q-1}\varepsilon_i)\sqrt{\Delta t})^2\right] = \sigma^2\Delta t\sum_{i=0}^{q-1}1 = \sigma^2\Delta tq = \sigma^2 T$$

$$x_T - x_0 \approx N(\mu T, \sigma^2 T)$$

$$x_T \approx N(x_0 + \mu T, \sigma^2 T)$$

GRÁFICO 4.1

SIMULACIÓN DEL MOVIMIENTO BROWNIANO ALEATORIO.



4.4.1.2 Intervalos de confianza para el MBA.

Teniendo en cuenta que:

$$x_T \approx N(x_0 + \mu T, \sigma^2 T)$$

y utilizando propiedades conocidas de la distribución normal, tenemos que los intervalos de confianza del 66%, 95% y 99% son respectivamente:

$$(x_0 + \mu T - \sigma\sqrt{T}, x_0 + \mu T + \sigma\sqrt{T})$$
$$(x_0 + \mu T - 2\sigma\sqrt{T}, x_0 + \mu T + 2\sigma\sqrt{T})$$
$$(x_0 + \mu T - 2.33\sigma\sqrt{T}, x_0 + \mu T + 2.33\sigma\sqrt{T})$$

4.4.2 Movimiento Browniano geométrico

Un movimiento Browniano geométrico (MBG) es un proceso estocástico dado por:

$$x_t - x_{t-1} = \Delta x = \mu x_{t-1}\Delta t + \sigma x_{t-1}\Delta z$$

μ y σ constantes;

$\Delta z = \varepsilon_t \sqrt{\Delta t}$ es un proceso de Wiener

Notemos que: $\frac{x_t - x_{t-1}}{x_{t-1}} = \mu\Delta t + \sigma\Delta z$

Es decir, que el cociente del incremento de la variable dividido entre el valor anterior de la variable sigue un MBA. Este hecho será utilizado para estudiar la rentabilidad de una acción cuando x representa el precio de dicha acción.

Los movimientos brownianos se basan en la definición del proceso de Wiener. Las trayectorias del proceso de Wiener son continuas pero no derivables. Por tanto el paso de un proceso estocástico de tiempo discreto a otro de tiempo continuo no es inmediato. Requiere de la construcción de una nueva herramienta matemática: la integral estocástica.

En general podemos definir procesos estocásticos cuyos incrementos dependen de un proceso de Wiener. Un proceso de Ito es un proceso de Wiener generalizado en el que los parámetros μ y σ son ahora funciones de la propia variable y del tiempo:

$$x_{t+1} - x_t = f(x_t, t)\Delta t + g(x_t, t)\Delta z$$

Si en la ecuación anterior hacemos tender Δt→ 0, entonces, en tiempo continuo, se puede escribir formalmente:

$$dx_t = f(x_t, t)dt + g(x_t, t)dz \, .$$

4.5 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:

$$\begin{aligned} dx &= a(x,t)dt + b(x,t)dz \\ dS &= \mu S dt + \sigma S dz \end{aligned} \qquad \textbf{(4.4)}$$

4.5.1 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.

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz \qquad \textbf{(4.5)}$$

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

$$dG = (\frac{\partial G}{\partial x}a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial G^2}{\partial x^2}b^2)dt + \frac{\partial G}{\partial x}bdz \qquad \textbf{(4.6)}$$

Donde dz es el mismo proceso Wiener descrito en la ecuación 4.1 y de está manera G también sigue un proceso Ito, con tasa aleatoria.

$$\frac{\partial G}{\partial x}a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial G^2}{\partial x^2}b^2$$

Y varianza:

$$(\frac{\partial G}{\partial x})^2 b^2$$

4.5.1.1 Demostración del Lema de Ito.

Se analizará como el Lema de Ito puede ser considerado como una extensión de resultados simples, consideremos a continuación la función G, diferenciable con respecto a la variable x, si Δx es una pequeña variación y ΔG es el resultado de una pequeña variación en G, es un resultado conocido del cálculo ordinario que:

$$\Delta G \approx \frac{dG}{dx}\Delta x \qquad \textbf{(4.A1)}$$

En otras palabras ΔG es aproximadamente igual a la razón de cambio de G con respecto a x, multiplicado por Δx, si se requiere más precisión puede usarse la expansión en serie e Taylor de ΔG:

$$\Delta G = \frac{dG}{dx}\Delta x + \frac{1}{2}\frac{d^2G}{dx^2}\Delta x^2 + \frac{1}{6}\frac{d^3G}{dx^3}\Delta x^3 + \ldots\ldots\ldots$$

El lema de Ito proviene de hacer una expansión cuidadosa de primer grado en serie de Taylor de la función G(x,t), recordemos que la expansión de primer orden de una función de dos variables G(x,t) es:

$$\Delta G \approx \frac{\partial G}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial G}{\partial t}\Delta t \qquad (4.A2)$$

Tomando términos hasta segundo orden tenemos:

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial G}{\partial t}\Delta t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}\Delta x^2 + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t}\Delta x \Delta t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 G}{\partial t^2}\Delta t^2 + \ldots\ldots\ldots \qquad \textbf{(4.A3)}$$

Sacando el límite cuando Δx y Δt tienden a cero, la expresión anterior quedaría:

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial G}{\partial t}\Delta t \qquad \textbf{(4. A4)}$$

Extendiendo la ecuación 4.A4 para cubrir variables de los procesos Ito, asumiendo que la variable, x, sigue un proceso Ito, la ecuación 4.1 queda:

$$dx = a(x,t)dt + b(x,t)dz \qquad \textbf{(4.A5)}$$

Y como G es una función de x, y del tiempo t, por analogía con la ecuación 4A.3 podremos escribir:

$$\Delta G = \frac{\partial G}{\partial x}\Delta x + \frac{\partial G}{\partial t}\Delta t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 G}{\partial x^2}\Delta x^2 + \frac{\partial^2 G}{\partial x \partial t}\Delta x \Delta t + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 G}{\partial t^2}\Delta t^2 + ...$$

La ecuación 4A.5 puede ser discretizada así:

$$\Delta x = a(x,t)\Delta t + b(x,t)\varepsilon\sqrt{\Delta t}$$
$$\Delta x = a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t}$$

Por lo tanto un término como Δx^2, que es aparentemente de segundo orden, no lo es en la realidad ya que tiene un término en Δt:

$$\Delta x^2 = (a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t})^2$$
$$\Delta x^2 = a^2\Delta t^2 + b^2\varepsilon^2\Delta t + 2ab\varepsilon\Delta t\sqrt{\Delta t}$$
$$\Delta x^2 \approx b^2\varepsilon^2\Delta t$$

Tomando términos en Δt sólo hasta primer orden.

Como la varianza de ε es 1 y su media es cero, podemos simplificar un poco, quedando:

$$\begin{aligned}
&\mathrm{E}(\varepsilon^2) - [\mathrm{E}(\varepsilon)]^2 = 1 \\
&\bar{\varepsilon} = 0 \\
&\Rightarrow \mathrm{E}(\varepsilon^2) = 1 \qquad\qquad (\mathrm{Var}(\varepsilon) = 1) \\
&\Rightarrow \Delta x^2 \cong b^2 \Delta t
\end{aligned}$$

Si sustituimos este resultado en la expansión de G(x,t) de segundo grado anterior y tomamos únicamente términos hasta primer orden obtenemos:

$$dG = (\frac{\partial G}{\partial x} a + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial G^2}{\partial x^2} b^2) dt + \frac{\partial G}{\partial x} b dz \qquad \textbf{(4.5)}$$

Que es la expresión del lema de Ito.

4.5.1.2 Aplicación del Lema de Ito en distribuciones lognormales.

Podemos utilizar e Lema de Ito para obtener un proceso seguido por una función de x, por ejemplo, el logaritmo natural de x, ln(x):

$$dx = \mu x dt + \sigma x dz$$

$$f(x) = \ln(x)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{x}; \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = -\frac{1}{x^2}; \quad \frac{\partial f}{\partial t} = 0$$

$$\mathrm{df} = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\mathrm{dt} + \sigma\mathrm{dz}$$

Por tanto, f tiene una distribución normal con media $\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)$t, y la desviación típica de σ. Como se mencionó antes, una variable tiene una distribución normal cuando, su logaritmo tiene una distribución normal, tal como la variable x anteriormente descrita.

4.6 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 divisa no puede ser jamás negativo, por lo que el proceso que describe su evolución debe impedir la aparición de valores negativos.
- El movimiento en el precio de una acción es aproximadamente proporcional a su valor; es decir; que si el valor de una acción que hoy está cotizada a \$200, puede variar, por ejemplo a \$190 y \$210 en un determinado lapso de tiempo, el valor de una acción que hoy está a \$20 podrá variar entre \$19 y \$21 en el mismo lapso de tiempo.

Evidentemente un proceso sencillo como el de Wiener;

$$dx= adt+bdz$$

No sirve debido a que:

- Admiten valores negativos de x, ya que si empezamos con x ligeramente positivo con unos cuantos dz negativos pronto tendremos un x negativo.
- La varianza de b, es independiente de x, por lo que sigue tendiendo el mismo valor cuando x es casi igual a cero que cuando x es muy grande.

Un proceso un poco más complicado es el siguiente proceso de Ito, en el que usamos S, para la variable en cuestión (precio de las acciones o activo subyacente).

$$dS= \mu Sdt+\sigma Sdz$$

ó

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

Este último proceso de Ito satisface nuestras anteriores condiciones, al disminuir S disminuye su desviación típica σS por lo que la magnitud de las fluctuaciones estocásticas siempre es proporcional al valor de S, y al disminuir S disminuye las fluctuaciones, tanto que nunca puede llegar a alcanzar valores negativos. Este proceso es el llamado movimiento

Browniano, y es el proceso más habitual para describir la evolución del precio de una acción o divisa.

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 no diversificable de S si S es una acción, o al diferencial de tipo d interés si S es una divisa.

Si $\sigma=0$ obtenemos;

$$\mathbf{dS/S= \mu dt}$$

e integrando obtenemos;

$$S = e^{\mu t}$$

Que recordemos, es la formula del precio fowards de una divisa con un diferencial de tipo de interés

$$\mu = r_2 - r_1$$

$$F = Se^{(r_2 - r_1)t}$$

4.6.1 Hipótesis Lognormal.

En un modelo de valoración de acciones se pueden mencionar diferentes hipótesis sobre la evolución de los precios de estas a lo largo del tiempo, la principal inquietud es conocer una distribución de probabilidad para el precio del activo subyacente dentro de un periodo de tiempo.

La suposición clave del modelo de Black-Sholes es que el precio de las acciones sigue una caminata aleatoria, lo que significa que los cambios proporcionales en el precio de las acciones en un corto periodo de tiempo se distribuyen normalmente, por lo que el precio de las acciones en un tiempo futuro sigue una distribución lognormal según describimos anteriormente.

Mientras una variable normal puede tomar valores positivos y negativos, una variable lognormal sólo puede tomar valores positivos, una distribución normal es simétrica con respecto a la media, mientras que la distribución lognormal es asimétrica con respecto a la media, y por tanto mediana, y moda todas son diferentes.

Existen dos parámetros fundamentales para considerar el comportamiento del precio de las acciones cuando se hace una hipótesis lognormal.

1. - El rendimiento esperado de las acciones.
2. - La volatilidad del precio de las acciones.

La rentabilidad esperada es la media anual obtenida por los inversores en un lapso e tiempo corto, denotemos el parámetro de la rentabilidad por μ; en cambio, la volatilidad σ es la medida de nuestra incertidumbre sobre los movimientos futuros de los precios de las acciones.

Cómo se explicó una variable lognormal tiene la propiedad que su logaritmo natural está distribuido normalmente, lo que nos indica que $\mathrm{In}S_t$ es normal, donde S_t es el precio de las acciones en un tiempo futuro t.

A partir de la ecuación

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

la desviación estándar de μ_i

$$\sigma\sqrt{T}$$

la variable s, es una estimación de la desviación estándar por lo que σ puede ser estimada por s^* que algebraicamente se expresa:

$$S^* = \frac{s}{\sqrt{T}}$$

y el error estándar de esta estimación puede aproximarse con:

$$\frac{s^*}{\sqrt{T}}$$

Consideremos el caso en que el precio actual de un activo subyacente es de 40 dólares con un retorno anual del 16% y una volatilidad anual de 20%. Entonces con una función de distribución de probabilidades para el precio S_t del activo subyacente en los próximos seis meses está dada por:

$$\ln S_t \approx \phi\left[\ln 40 + (0.16 - \frac{0.2^2}{2}) * 0.5, 0.2\sqrt{0.5}\right]$$

$$\ln S_t \approx \phi(3.759, 0.141)$$

Luego, un intervalo de confianza de 95% para S_t es:

$$3.759 - 1.96 * 0.141 < \ln S_t < 3.759 + 1.96 * 0.141$$

Y luego:

$$e^{(3.759-1.96*0.141)} < S_t < e^{3.759+1.96*0.141)}$$
$$32.55 < S_t < 56.56$$

Lo que nos indica que con el 95% de confianza podremos afirmar que el precio de los activos subyacentes estará en el intervalo entre 32.55 y 56.56 dólares.

4.6.2 Rentabilidad Esperada.

La rentabilidad esperada se expresa por μ, depende del riesgo de invertir en acciones, si el riesgo es alto se tendrá una alta rentabilidad esperada.

Algo influyente para la rentabilidad es el tipo de interés, a un tipo de interés, a un tipo de interés libre de riesgo alto, se necesita mayor rentabilidad esperada sobre cualquier acción.

4.6.3 Volatilidad del activo subyacente.

La volatilidad de los precios de los activos subyacentes está medida por la desviación típica σ, que es una medida de la incertidumbre sobre los precios de los diferentes activos subyacentes.

A menudo se la expresa de manera porcentual, es decir una volatilidad del 25% indica que $\sigma=0.25$.

4.6.3.1 Estimación de la Volatilidad por medio de datos históricos.-

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, normalmente los precios de los activos subyacentes se observan a intervalos de tiempos fijos, que pueden ser diario, semanales, o mensuales. Definamos los siguientes parámetros:

n: número de observaciones.

S_i: 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:

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

que se pude expresar también como:

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

Obtendremos generalmente una mayor precisión con la presencia de más datos, cabe recalcar que datos muy antiguos no nos proporcionan una buena información.

4.6.3.1.1 Cálculo de la Volatilidad (Enero 1998 – Abril 2003).

Para el cálculo de la volatilidad del precio de Quintal de Soya desde Enero de 1998 hasta Abril de 2003 con datos mensuales se va a tomar el valor de n = 64, esta información fue proporcionada por el Proyecto SICA y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Estos precios son los que se comercializan en los mercados de mayoristas o al por mayor.

TABLA XI

TABLA DEL CALCULO DE LA ESTIMACIÓN DE LA VOLATILIDAD DEL PRECIO MENSUAL DE LA SOYA POR MEDIO DE DATOS HISTORICOS (ENERO 1998 – ABRIL 2003)

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	13,83	1	0	0
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
7	12,29	0,98540146	-0,014706147	0,00021627
8	12,65	1,02962963	0,029199155	0,00085259
9	12,60	0,996402878	-0,003603608	1,2986E-05
10	11,78	0,935018051	-0,067189444	0,00451442
11	12,24	1,038610039	0,037883318	0,00143515
12	12,69	1,037174721	0,036500402	0,00133228
13	11,78	0,928315412	-0,07438372	0,00553294
14	11,78	1	0	0
15	13,56	1,150579151	0,140265425	0,01967439
16	9,87	0,728187919	-0,317196133	0,10061339
17	10,78	1,092165899	0,088162788	0,00777268
18	9,33	0,864978903	-0,145050162	0,02103955
19	8,51	0,912195122	-0,091901362	0,00844586
20	8,83	1,037433155	0,036749542	0,00135053
21	9,42	1,067010309	0,064860634	0,0042069
22	8,55	0,90821256	-0,09627683	0,00926923
23	6,60	0,771276596	-0,25970822	0,06744836
24	7,19	1,089655172	0,085861291	0,00737216
25	8,17	1,136075949	0,127580175	0,0162767
26	8,24	1,008356546	0,008321823	6,9253E-05

27	10,42	1,26519337	0,235224972	0,05533079
28	11,24	1,07860262	0,075666333	0,00572539
29	11,24	1	0	0
30	11,83	1,052631579	0,051293294	0,002631
31	12,44	1,051923077	0,050619991	0,00256238
32	11,53	0,926873857	-0,075937799	0,00576655
33	10,97	0,950690335	-0,05056689	0,00255701
34	10,31	0,939834025	-0,062051989	0,00385045
35	10,12	0,982339956	-0,017817843	0,00031748
36	9,12	0,901123596	-0,104112855	0,01083949
37	9,69	1,06234414	0,060477919	0,00365758
38	9,76	1,007042254	0,007017573	4,9246E-05
39	12,54	1,284382284	0,25027789	0,06263902
40	14,42	1,150635209	0,140314145	0,01968806
41	14,42	1	0	0
42	14,49	1,004731861	0,004720701	2,2285E-05
43	14,65	1,010989011	0,010929071	0,00011944
44	14,49	0,989130435	-0,010929071	0,00011944
45	12,49	0,861852433	-0,148671214	0,02210313
46	12,31	0,985428051	-0,014679163	0,00021548
47	11,38	0,924214418	-0,07881118	0,0062112
48	11,49	1,01	0,009950331	9,9009E-05
49	7,96	0,693069307	-0,366625275	0,13441409
50	8,05	1,011428571	0,011363759	0,00012914
51	8,37	1,039548023	0,038786025	0,00150436
52	8,55	1,02173913	0,021506205	0,00046252
53	8,74	1,021276596	0,021053409	0,00044325
54	8,96	1,026041667	0,025708357	0,00066092
55	10,06	1,121827411	0,114958973	0,01321557
56	10,15	1,009049774	0,00900907	8,1163E-05
57	10,33	1,018085054	0,017923465	0,00032125
58	13,21	1,278799613	0,245921835	0,06047755
59	14,87	1,125662377	0,118371642	0,01401185
60	15,24	1,024882313	0,02457779	0,00060407
61	15,02	0,98523622	-0,014873849	0,00022123
62	15,02	1	0	0

63	16,38	1,090909091	0,087011377	0,00757098
64	16,84	1,027777778	0,027398974	0,0007507

A continuación calculamos los siguientes valores:

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

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

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:

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

Es decir la volatilidad es **37.02** % anual.

El error estándar de la estimación es

$$\frac{S}{\sqrt{2n}} = \frac{0.1068}{\sqrt{2*64}} = \mathbf{0.0094}$$

Es decir el 0.94% anual.

4.7 Derivación de 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 sobre acciones. Esto ha tenido una enorme influencia en la manera en la que los participantes en el mercado fijan precios y cubren con opciones. Esta teoría la aplicaremos al caso practico de encontrar un precio referencial para la venta de soya en el mercado ecuatoriano basándonos en datos históricos de años anteriores.

La determinación de la formula de Black-Sholes fue un descubrimiento que ayudó a desarrollar a gran medida la teoría de la valoración de opciones, considera un cambio aleatorio en el precio del activo, el cual se protege con lo que se llama una “opción equivalente”, compuesta por títulos y acciones, y que en un mercado eficiente y formal posibilitan un ajuste continuo de esa protección.

Se establece una cartera libre de riesgo en la que el precio de las acciones y el precio de la opción están afectados por la misma fuente de incertidumbre. En cualquier lapso corto de tiempo el precio de una opción de compra está correlacionada positivamente con el precio de la acción, mientras que el precio de una opción de venta está correlacionada negativamente con el precio de las acciones. En ambos casos se debe establecer una cartera correcta con las acciones y las opciones, pues la pérdida o beneficio de la posición de las acciones siempre compensa a la pérdida o beneficio de la posición de las opciones, por lo tanto el valor total de la cartera al final de un periodo corto de tiempo se conoce con seguridad.

4.7.1 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 $dS=\mu Sdt+\sigma Sdz$, donde μ y σ son constantes.

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.

Si se cumple las condiciones anteriores, el precio de cualquier instrumento derivado sobre un activo que no pague dividendos ni intereses obedece la ecuación de Black-Sholes, por extraña que sea la función de pagos del instrumento en cuestión . Está ecuación es por lo tanto un resultado fundamental, podemos aplicar la ecuación de Black-Sholes para ver si nuestra posible solución es valida.

Derivemos ahora la ecuación de Black-Sholes. Tenemos de entrada para el activo subyacente S:

$$dS=\mu Sdt+\sigma Sdz$$

Si tenemos un instrumento derivado de S, su precio f obedece la ecuación:

$$df=\left(\frac{\partial f}{\partial S}\mu S+\frac{\partial f}{\partial t}+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}\sigma^2 S^2\right)dt+\frac{\partial f}{\partial S}\sigma Sdz$$

según el lema de ito. Ahora formemos una cartera X de valores que contenga lo siguiente:

- 1 instrumento derivado f,
- $-\frac{\partial f}{\partial S}$ activos financieros S.

El valor de la cartera es

$$X = f - \frac{\partial f}{\partial S} S$$

Supongamos ahora que en un pequeño intervalo de tiempo Δt el precio de S se mueve por una pequeña cantidad ΔS. ¿Qué sucederá con el valor de nuestra cartera X?

Evidentemente la sensibilidad del valor de una cartera que contenga únicamente un activo S a movimientos en el precio de S es 1:

$$\frac{\partial S}{\partial S} = 1$$

Si en lugar de 1 activo S tenemos otra cantidad, por ejemplo $\frac{\partial f}{\partial S}$, la sensibilidad será 1 multiplicado por la cantidad, es decir $\frac{\partial f}{\partial S}$.

En el caso de nuestra cartera X, done además tenemos un instrumento f, la variación ΔX en el valor será:

$$\Delta X = \Delta f - \frac{\partial f}{\partial S} \Delta s$$

$$\Delta X = \left(\frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z - \frac{\partial f}{\partial S} (\mu S \Delta t + \sigma S \Delta z)$$

Tanto los términos en Δz como los términos en $\mu\ \Delta t$ se cancelan mutuamente, porque nuestra posición corta en acciones ha neutralizado la variación en el valor de f al cambiar S de precio, con lo que nos queda

$$\Delta X = \left(\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t$$

Esta ecuación no contiene ningún término en Δz, por lo que el valor de la cartera X es independiente(durante un pequeño instante de tiempo Δt) del riesgo de movimientos aleatorios en el valor de S. Durante este pequeño instante Δt la cartera X no tiene el menor riesgo, por lo que su rendimiento ha de ser r, el tipo de interés sin riesgo del mercado:

$$\Delta X = rX\Delta t$$

Por lo tanto:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t = r \left(f - \frac{\partial f}{\partial S} S \right) \Delta t$$

Simplificando obtenemos la ecuación diferencial de Black-Sholes:

$$\boxed{\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} - rf = 0}$$

Como tantas ecuaciones diferenciales, la ecuación de Black-Sholes tiene muchas soluciones que corresponden entre otras a la multitud de posibles instrumentos derivados. La solución que usaremos dependerá de las condiciones que establezcamos. Estos limites pueden ser los que definen una opción europea, un contrato forward, un swap o cualquier instrumento derivado que queramos.

En una de las condiciones del modelo de Black-Sholes hemos introducido el término μ que es el rendimiento esperado de un activo S.

Si definimos el valor de un activo o de un instrumento derivado como la integral del producto de su valor terminal(función de pagos) multiplicado por la probabilidad que ocurra cada valor terminal, estamos preparados a creer que la distribución lognormal es la representación correcta de los posibles precios y que la volatilidad es constante, nos queda el problema de definir la media de la distribución, su "valor esperado". Este valor esperado es una función de μ, el rendimiento esperado, y nos plantea un importante problema filosófico: ¿Cuál es nuestra preferencia con respecto al riesgo?¿Somos adversos al riesgo?.

La inversión en acciones presenta un riesgo que no presenta la inversión en dinero al tipo de riesgo, porque además de subir el precio de la acciones puede perfectamente bajar, cosa que no sucede con el dinero a corto plazo. Un inversor que tenga aversión al riesgo exigirá, por lo tanto, un rendimiento superior antes de invertir en acciones o en otros activos cuyo precio puede bajar además de subir.

4.7.2 Principales fórmulas de Black-Sholes.

Tomemos el caso de una opción de compra europea. Al vencimiento el valor de la opción viene dado por:

$$\text{Máx.}(S\text{-}K,0) \quad (1)$$

Donde K es el precio de ejercicio K, strike en ingles.

Par obtener el valor presente de la opción tenemos que tomar el valor esperado de la ecuación anterior y descontarlo al tipo de interés r sin riesgo del mercado.

$$C = e^{-rt}\hat{E}\{\mathrm{Max}\,\rule{0.3em}{1em}S - K,0\,\overline{\underline{\}}}$$
$$C = e^{-rt}\langle \mathrm{Max}\,\rule{0.3em}{1em}S - K,0\,\overline{\underline{\rangle}}$$

donde es el operador de valor esperado. La distribución que suponemos para el precio del activo subyacente S es la distribución lognormal :

$$\ln S_t \approx \phi\left[\ln S + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)t, \sigma\sqrt{t}\right] \qquad (2)$$

Con lo que completamos nuestra fórmula para el valor esperado: la integral de la función de pagos (1) con la densidad de probabilidad (2):

$$C = e^{-rt}\int \mathrm{Max}[S - K]\bar{\phi}(S_t)dS_t$$

$$C = e^{-rt}\int_{K}^{\infty}(S_t - K)\bar{\phi}(S_t)dS_t$$

La integral se simplifica si hacemos la sustitución $S_t = e^{\mu}$, donde evidentemente $\mu = \ln S_t$, con lo que podemos usar nuestra función explícita para la distribución $\phi(\ln S_t)$:

$$\phi(\ln S_t) = \phi(\mu)$$

$$\phi(\ln S_t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi t}}\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\mu - \mu t}{\sigma\sqrt{t}}\right)^2\right]$$

$$(\mu = r - \frac{\sigma^2}{2})$$

con lo que el valor de la opción se reduce a:

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

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

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.

Estos son valores de una opción de compra y venta europea sobre un activo S que no pagan dividendo, si el activo paga un dividendo continuo d se puede demostrar fácilmente que basta con cambiar la definición de μ. Cambiamos

$$\mu = \mathrm{r} - \frac{\sigma^2}{2} \qquad \text{por} \qquad \mu = \mathrm{r} - \mathrm{d} - \frac{\sigma^2}{2}$$

y nuestra ecuación sigue siendo la misma. Para este estudio no se consideran los dividendos de las opciones.

Evidentemente el valor de nuestra opción Black-Sholes europea sastiface la ecuación de Black- Sholes:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + rS\frac{\partial C}{\partial S} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} - rC = 0$$

En teoría, la fórmula de Black-Scholes solo es correcta siendo el tipo de interés a largo plazo, r, es constante. En la practica, normalmente se utiliza con el tipo de interés, r, siendo establecido igual al tipo de interés libre de riesgo sobre una inversión que dura un tiempo T.

Cuando el precio del activo subyacente S es muy grande, una opción de compra es casi cierto que se ejercerá, entonces la opción de compra será:

$S - Ke^{-rt}$

Éste es, de hecho, el precio de la opción de compra dado por la ecuación anteriormente descrita dado que cuando S es muy grande, tanto d_1 como d_2 son muy grandes y $N(d_1)$ y $N(d_2)$ son cercanos a uno.

Cuando el precio de las o el activo subyacente es muy grande, el precio de una opción europea de venta, p, se acerca a cero, esto es consecuente dado que $N(-d_1)$ y $N(-d_2)$ estarán cercano a cero.

Consideremos ahora que sucede cuando la volatilidad σ se acerca a cero. Dado que las acciones o el activo subyacente estarán virtualmente libres de riesgo, su precio crecerá al tipo r a Se^{Rt} en el momento T y el resultado de una opción de compra será:

$$\text{máx}(Se^{rT} - k, 0)\ .$$

Descontando al tipo r, el valor de la opción de compra hoy es:

$$e^{-rT}\ \text{máx}(Se^{rT} - k, 0) = \text{máx}(S - ke^{-rT}, 0)$$

Para demostrar que esto es consecuente con la ecuación de precio de la opción de compra, consideremos primero el caso donde $S>ke^{-Rt}$. Esto implica $\ln(S/K) + rt> 0$. Cuando σ tiende a cero, d_1 y d_2 tienden a $+\infty$ con lo cual $N(d_1)$ y $N(d_2)$ tienden a uno, y la ecuación de la compra es:

$c = S - k^{-rT}$

Cuando $S<ke^{-Rt}$, a ello sigue que $\ln(S/k) +Rt<0$. Cuando σ tiende a cero, d_1 y d_2 tienden a $-\infty$ con lo cual $N(d_1)$ y $N(d_2)$ tienden a cero da a una opción de compra el precio de cero. El precio de la opción de compra por lo tanto, es siempre máx (S-Ke^{-rt},0) cuando σ tiende a cero.

El único problema de aplicar la ecuación del precio de las opciones de compra es el cálculo de la función de distribución normal acumulada. La función también puede evaluarse utilizando una aproximación polinomial. Tal aproximación puede obtenerse fácilmente utilizando una calculadora de mano y viene dada por las siguientes ecuaciones:

$N(x) = 1 - (a_1k + a_2k^2 + a_3k^3)N'(x)$ cuando $x \geq 0$

$N(x) = 1 - N(-x)$ cuando $x < 0$

donde

$$k = \frac{1}{1 + \alpha x}$$
$$\alpha = 0.33267$$
$$a_1 = 0.4361836$$
$$a_2 = -0.1201676$$
$$a_3 = 0.9372980$$

y

$$N'(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$$

Esto proporciona valores para N(x) que siempre son exactamente 0.0002.

Ejemplo:

Consideremos al situación en la que el precio de las acciones seis meses antes del vencimiento de una opción es de 42 dólares, el precio de ejercicio de la opción es de 40 dólares, el tipo de interés libre de riesgo es el 10% anual, y la volatilidad es el 20% anual. Esto significa que S = 42; k = 40; r = 0.1; σ = 0.2; T = 0.5.

$$d_1 = \frac{\ln 1.05 + 0.12 * 0.5}{0.2\sqrt{0.5}} = 0.7693$$
$$d_2 = \frac{\ln 1.05 + 0.08 * 0.5}{0.2\sqrt{0.5}} = 0.6278$$

y

$$Ke^{-rT} = 40e^{-0.05} = 38.049$$

De ahí que, si la opción de compra es europea, su valor, c, venga dado por:

c = 42 N(0.7693)-38.049N (0.6278)

Si la opción es de venta europea, su valor, p, viene dado por :

P = 38.049 N(-0.6278)-42 N(-0.7693)

Utilizando la aproximación lineal que acabamos de mostrar obtenemos os siguientes resultados:

N(0.7693)= 0.7791	N(-0.7693)= 0.2209
N(0.6278)=0.7349	N(-0.6278)= 0.2651

Con lo cual el precio de las opciones de compra y venta son:

C = 4.76 y P = 0.81

El precio de las acciones tiene que subir en 2.76 dólares para el comprador de la opción de compra y así estar en equilibrio. De forma parecida el precio el precio de las acciones tiene que bajar en 2.81 dólares para el comprador de la opción de venta para estar en equilibrio.

Los precios de las opciones, tal como hemos tratado, se derivan de una formula de valoración y de seis variables. 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. A estos cambios se les ha asignado letras griegas y se los conoce como sensibilidad de las opciones.

4.7.2.1 Delta.

La primera y más común de las sensibilidades de las opciones es la delta. Dado que tenemos una fórmula explicita para el precio, podemos tomar sus derivadas con respecto a los parámetros que determinan su valor, para calcular como cubrir sin riesgo, para lo cual se define:

- Delta: la primera derivada del precio de la opción con respecto al subyacente que no pagan dividendos.

$$\Delta C = \frac{dC}{dS} = N(d_1) \qquad \text{Compra}$$

$$\Delta P = \frac{dP}{dS} = N(d_1) - 1, \qquad \text{Venta}$$

Cuando los dividendos son continuos en el tiempo los representaremos con d:

$$\Delta C = \frac{dC}{dS} = N(d_1)e^{-qt} \qquad \text{Compra}$$

$$\Delta P = \frac{dP}{dS} = [N(d_1) - 1]e^{-qt} \qquad \text{Venta}$$

Donde q es el rendimiento de los dividendos.

4.7.2.1.1 Factores que afectan el Delta de una Opción.

- Tipo de opción: El delta en una opción de venta en unidades forward es igual al delta de una opción de compra menos 1, las opciones de compra suben de precio al subir el precio del activo subyacente, por lo que tienen delta positivo, mientras que las opciones de venta suben de precio cuando el precio del activo subyacente baja, es decir tiene delta negativa, además conviene observar que algebraicamente el delta representa la pendiente de una recta.

- Nivel del subyacente: se relaciona con el precio del activo subyacente, si está por encima del precio de ejercicio, es casi 100% seguro ejercer la opción, mientras que si el precio de los activos subyacentes están por debajo del precio del ejercicio es casi nulo el hecho de ejercer la opción.
- Volatilidad y tiempo de vencimiento: al aumentar la volatilidad o el tiempo hasta el vencimiento aumenta la incertidumbre sobre si la opción va ser ejercida, por lo que el delta de las opciones suelen disminuir o aumentar el 50%.

Las opciones de compra tienen una delta positiva entre 0 y 1, las opciones de venta tienen deltas negativas y están entre –1 y 0. Las deltas se pueden explicar de cuatro maneras:

1. - La proporción en que varía el valor justo teórico de una opción por el cambio del precio del activo subyacente. El precio de las opciones de venta, al ser una delta negativa, bajaría ante un aumento del activo subyacente.

2. - La relación entre el activo subyacente y los contratos de opciones que se necesita para establecer una cobertura neutral.

3. - La posición teórica de una acción según la posición de la opción. El tenedor de una posición de compra es un comprador teórico del activo subyacente, y el de una posición de venta es un teórico vendedor.

4. - La probabilidad aproximada, dada una volatilidad constante y estable, de que la opción venza.

La delta de una opción no es una cifra constante, sino que cambia con cualquier movimiento de precio del activo subyacente. Está variación se conoce como gama.

4.7.2.2 GAMMA.

La Gamma es la variación teórica de la delta de una opción por cada dólar que cambie el activo subyacente. A la gamma de una opción se la conoce también como su curvatura.

La delta de una opción puede describirse como la velocidad a la que se mueve la prima de una opción respecto de los cambios en el precio del activo subyacente. La gamma puede entonces interpretarse como el ritmo de aceleración o desaceleración de la delta.

$$\Gamma = \frac{d\Delta}{ds} = \frac{N^{'}(d_1) * e^{-dt}}{S\sigma\sqrt{t}}$$

4.7.2.3. THETA

Al ser las opciones un activo con vida limitada, será importante saber cuánto valor teórico va a perder una opción por cada día que pase sin que haya habido movimiento en el activo subyacente. Esta pérdida teórica por cada día que pasa se conoce como theta. La theta es también conocida como decadencia temporal.

4.7.2.4.-VEGA.

La volatilidad es un factor especialmente importante en la valoración de las opciones. La sensibilidad del valor justo de una opción a los cambios en su volatilidad teórica se mide con su vega. La vega también se conoce como Kappa, épsilon y omega.

4.7.2.5. RHO

La sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés se mide por su rho. La rho es la menos importante de las sensibilidades de las opciones.

4.7.3 Imperfecciones del Modelo de Black-Sholes.

Analizar las imperfecciones del modelo de Black-Sholes va a ayudar al estudio a considerar factores que pueden influir en la aplicación de la ecuación de Black-Sholes, este modelo es utilizado casi universalmente para valorar opciones europeas, pero existen casos en los que no es aplicable. Por ejemplo no podemos valorar opciones americanas utilizando Black-Sholes, porque el modelo no intenta calcular bajo que circunstancias es óptimo ejercer una opción antes de su vencimiento.

El modelo de Black-Sholes hace ciertas suposiciones acerca del movimiento del activo subyacente, y por lo tanto no funciona correctamente cuando éstas dejan de cumplirse. Las suposiciones principales y sus problemas son:

- La volatilidad es constante durante la vida de la opción. Esto no es normalmente cierto, aunque parece ser que la volatilidad tiene cierta tendencia a volver hacia un valor medio típico. El permitir una volatilidad que es, a su vez, volátil tiende a aumentar el valor de las opciones con respecto a su valor Black-Sholes.
- Los tipos de interés son constantes durante la vida de la opción. Esto tampoco es cierto (excepto quizá en el caso de opciones a corto plazo).
- Los Costos de transacción en general son bastantes altos durante la vida de una opción para un inversor privado, pero para un participante institucional en el mercado son mucho menores.
- Impuestos. Black-Sholes suponen que no hay impuestos. Los impuestos tienen importantes efectos sobre el funcionamiento del arbitraje, y las reglas exactas en vigor en el mercado afectan enormemente lo que es posible hacer.

A pesar de todos los anteriores problemas, el modelo de Black-Sholes es enormemente útil y es el punto de partida de casi todos los demás métodos de valoración de opciones.

CAPITULO V

ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA Y MODELO GARCH

5.1 Introducción.

Toda institución, ya sea la familia, la empresa o el gobierno, tiene que hacer planes para el futuro si ha de sobrevivir y progresar. Hoy en día diversas instituciones requieren conocer el comportamiento futuro de ciertos fenómenos con el fin de planificar, prever o prevenir.

La planificación racional exige prever los sucesos del futuro que probablemente vayan a ocurrir. La previsión, a su vez, se suele basar en lo que ha ocurrido en el pasado. Se tiene pues un nuevo tipo de inferencia estadística que se hace acerca del futuro de alguna variable o compuesto de variables basándose en sucesos pasados. La técnica más importante para hacer inferencias sobre el futuro con base en lo ocurrido en el pasado, es el ***análisis de series de tiempo***.

El objetivo de este capitulo es de explicar las formas en que los datos históricos pueden ser usados para calcular estimaciones de la volatilidad y correlación. Cuando se calcula el valor a un riesgo determinado, nos interesa saber la estimación de la volatilidad ya que existen variaciones sobre un periodo corto de tiempo.

Son innumerables las aplicaciones que se pueden citar, en distintas áreas del conocimiento, tales como, en economía, física, geofísica, química, electricidad, en demografía, en marketing, en telecomunicaciones, en transporte, etc.

TABLA XII

APLICACIONES DE ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO

Series De Tiempo	***Ejemplos***
1. Series económicas:	- Precios de un artículo - Tasas de desempleo - Tasa de inflación - Índice de precios, etc.
2. Series Físicas:	- Meteorología - Cantidad de agua caída - Temperatura máxima diaria - Velocidad del viento (energía eólica) - Energía solar, etc.
3. Geofísica:	- Series sismologías
4. Series demográficas:	- Tasas de crecimiento de la población - Tasa de natalidad, mortalidad - Resultados de censos poblacionales
5. Series de marketing:	- Series de demanda, gastos, ofertas
7. Series de transporte:	- Series de tráfico

Uno de los problemas que intenta resolver las series de tiempo es el de predicción o estimación. Esto es dado una serie $\{x(t_1),...,x(t_n)\}$ nuestros objetivos de interés son describir el comportamiento de la serie, investigar el mecanismo generador de la serie temporal, buscar posibles patrones temporales que permitan sobrepasar la incertidumbre del futuro.

En este capitulo también se describirán las especificaciones mas importantes del modelo GARCH a utilizar para estimar la volatilidad y la correlación de los precios del quintal de soya. El modelo a utilizar es el general autoregresivo con heterocedasticidad condicional (GARCH) que explicaremos más adelante. La principal característica del modelo GARCH es que reconoce que la volatilidad y la correlación no son constantes en el tiempo.

5.2 Estimación de la Volatilidad.

Se define σ_n como la volatilidad de una variable de mercado en un día n, como el estimado al final del día n-1. El cuadrado de la volatilidad en el mercado en el día n, σ^2_n es la tasa de variación.

La aproximación estándar para estimar σ_n de datos históricos es la siguiente:

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

Donde S_i es el valor de la variable de mercado al final del día i.

Para calcular σ^2_n usando las m observaciones, más recientes observaciones de μ_i se usa la formula:

$$\overline{\sigma}^2{}_n = \frac{1}{m-1}\sum_{i=1}^{m}(\mu_{n-i} - \overline{\mu})^2$$

Donde μ es la media de los μ' $_i$S:

$$\overline{\mu} = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\mu_{n-i}$$

Para el propósito de calcular la varianza debe sufrir los siguientes cambios:

1.- μ_i es definida como el cambio porcentual en la variable de mercado entre el final del día I-1 y el final del día I.

$$\mu_i = \frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}}$$

2.- μ se asume como cero.

3.- m-1 es reemplazada por m.

Estos cambios alteran los resultados anteriores dando como resultado una nueva fórmula para calcular las tasas de variación:

$$\sigma^2{}_n = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}(\mu_{n-i})^2$$

5.2.1 Esquema de Pesos.

En la ecuación anterior existe igual ponderación para todos los $\mu_{i,}$ dado que el objetivo de este estudio es monitorear el nivel de volatilidad común, es apropiado asignar un mayor peso a los datos más recientes. Un modelo que cumple este objetivo es el siguiente:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^{m}\alpha_i \mu_{n-1}^2$$

La variable α_i es la cantidad de peso dado a la observación registrada i días atrás, los α son positivos, ya que deseamos dar menos pesos a las observación más antigua tenemos que: $\alpha_i < \sigma_j$, cuando i>j.

La suma de los pesos tiene que ser igual a la unidad.

$$\sum_{i=1}^{m}\alpha_i = 1$$

Adicional al modelo, se puede asumir que existe en una sola corrida larga un promedio de la volatilidad, por lo que se debe añadir un peso a este promedio:

$$\sigma_n^2 = \gamma\nu + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \mu_{n-1}^2$$

Donde ν es la volatilidad en una corrida larga, y γ es el peso asignado a ν; y como los peso deben sumar uno tenemos además que:

$$\gamma + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i = 1$$

En esta ecuación la estimación de la varianza está basada en un promedio de la varianza durante un periodo largo con m observaciones. A mayor observación, menos es el peso dado.

Reemplazando $\gamma\nu = \varpi + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i \mu_{n-1}^2$

Esta es una versión del modelo que es usado cuando se estiman los parámetros.

5.3 Estimación insesgada.

Se plantea que un problema importante de la inferencia estadística es la estimación de los parámetros tales como la media, la varianza, etc, a partir de los correspondientes estadísticos muéstrales.

Es costumbre denotar el estimador de un parámetro mediante la letra o símbolo del parámetro con un acento circunflejo. Así un estimador de θ se denota por $\hat{\theta}$.

La estimación puntual es un método útil de estimación pues proporciona valores específicos del parámetro desconocido, la cual puede ser utilizada en su lugar. De esta forma al estimar en una población normal será posible utilizar estos valores estimados para calcular la probabilidad de cualquier comportamiento de la población, a partir de que este caso la población sería donde y representan los valores estimados.

En general, existen siempre más de un estimador de un parámetro, por lo que en la teoría de la estimación se estudian propiedades de los estimadores que permiten seleccionar entre varios estimadores de un mismo parámetro el mejor, dentro de estas propiedades se encuentran que el estimador sea insesgado.

Como no puede haber un estimador perfecto que siempre dé la repuesta correcta, parecería razonable que un estimador deba hacerlo cuando menos en promedio.

Dicho de otra manera, parecería deseable que el valor esperado de un estimador sea igual al parámetro que se supone estimar. Si éste es el caso, se dice que el estimador es insesgado; de lo contrario, se dice que es sesgado.

Por lo tanto:

Sea $\hat{\theta}$ un estimador de un parámetro θ. Entonces $\hat{\theta}$ es un estimador insesgado si $\mathrm{E}(\hat{\theta}) = \theta$. Los estimadores a calcular deberán cumplir la propiedad de ser estimadores insesgados.

5.4 Modelo GARCH

En muchas áreas del conocimiento las observaciones de interés son obtenidas en instantes sucesivos del tiempo, por ejemplo, a cada hora, durante 24 horas, mensuales, trimestrales, semestrales o bien registradas por algún equipo en forma continua.

En el análisis del comportamiento del precio del quintal de soya presentaba variación estacional ya que representaba un movimiento periódico de la serie de tiempo. La duración de la unidad del periodo es generalmente menor que un año. Puede ser un trimestre, un mes o un día, etc.

Matemáticamente, podemos decir que la serie representa variación estacional si existe un número **s** tal que $x(t) = x(t + k \cdot s)$. Las principales fuerzas que causan una variación estacional son las condiciones del tiempo, como por ejemplo:

1) en invierno las ventas de helado,

2) en verano la venta de lana,

3) exportación de fruta en marzo,

4) Las condiciones climáticas adecuadas para la producción lo que ocurre en el caso de la soya.

El comportamiento de los precios también presentan variaciones irregulares que son los componentes aleatorios. Esta variaciones irregulares son los movimientos irregulares (al azar) representan todos los tipos de movimientos de una serie de tiempo que no sea tendencia, variaciones estacionales y fluctuaciones cíclicas, esto ocurrió en el precio de la soya en el año 1997 a consecuencia del fenómeno del niño.

La principal característica del modelo GARCH es que reconoce que la volatilidad y la correlación no son constantes. Durante algunos periodos, una volatilidad o una correlación pueden ser relativamente bajas así como también en otros periodos puede ser relativamente alta.

La finalidad del modelo es la de mantener siempre en cuenta a la volatilidad o a la correlación en el tiempo. La heteroscedasticidad radica en que las varianzas del error son diferentes para las distintas observaciones que integran la muestra. Un problema fundamental que surge con la heteroscedasticidad es que, si se permite que la varianza σ_t^2 del termino del error sea diferente en cada periodo, entonces el número de parámetros a estimar crecería con el número de observaciones.

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, Ng y Rothschild (1990); y Engle y Ng (1993).

5.4.1 Condición del Modelo

Par tener una idea de donde se obtiene este modelo, debemos comenzar describiendo el modelo autoregresivo de orden uno que tengan errores con heteroscedasticidad.

Consideremos un modelo autoregresivo de orden uno con coeficiente de regresión φ y con su modulo menor a uno para asegurar la estabilidad del sistema. Tenemos el modelo:

$$Y_t = \mu + \varphi Y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \forall_t, |\varphi| \langle 1,$$

Donde $\varepsilon = (\varepsilon_t)$ es un ruido blanco débil, satisfaciendo la condición:

$E(\varepsilon_t) = 0$ ε_t es un ruido blanco.

$$E(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}) = \begin{cases} \sigma^2, t = T \\ 0, \mathrm{SINO} \end{cases}$$

El proceso autoregresivo de orden 0 es estacionario si las raices características de la siguiente ecuación están fuera del circulo unitario.

$$1 - \phi_1 Z - \phi_2 Z^2 - .....- \phi_p Z^p = 0$$

La media incondicional para el proceso autoregresivo general es la siguiente:

$$E(y_1) = \frac{\mu}{1 - \phi_1 - \phi_2 - \phi_3 - ......\phi_p}$$

5.4.1.1 Procesos Arch.-

En algunas variables económicas, y especialmente en el comportamiento de las tasas de rentabilidad de activos financieros, 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 de orden m, denotado por: μ_t ~ ARCH.

Los modelos ARCH describen simultáneamente la evolución de la el día y varianza condicional

5.4.1.1.1 Modelo ARCH(q)

Este modelo generalizado por el modelo ARCH(1), la idea básica es en incrementar el orden del polinomio auto regresivo. El modelo se describe a continuación:

$$\varepsilon_t^2 = c + \sum_{i=1}^{q} a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \mu_{1,} \;, \qquad E(\varepsilon_1 / \varepsilon_{t-1}) = 0\,,$$

Donde $\mu = (\mu_t)$ es una martingala. La varianza condicional de ε_t es:

$$V(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}) = c + \sum_{i=1}^{q} a_i \varepsilon_{t-i}^2$$

5.5 El Modelo GARCH(1,1)

En el conceptos anteriores dijimos que la varianza no es otra cosa que la volatilidad, para este estudio es la volatilidad del precio del quintal de soya y se representa por σ^2.

El modelo Garch (Generalized Autoregresive Conditionally Heterroscedasticidad) está basado en la representación auto regresiva de la varianza condicional, este modelo representa una manera de modelar el comportamiento de la volatilidad en los cambios de precios del quintal de soya.

El modelo que definiremos a continuación especifican la varianza condicional en función de su propio pasado y del impacto de los cambios pasados. Esto quiere decir que cuanto mayor sean los cambios o innovaciones al cuadrado del periodo anterior, mayor es la volatilidad condicional del periodo actual.

La utilización del modelo GARCH(1,1) radica en que la serie de los precios presentan una fuerte heteroscedasticidad condicional en la varianza.

El modelo se define de la siguiente manera:

$$\begin{cases} \mathrm{E}(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}) = 0 \\ \mathrm{V}(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1}) = h_t = c + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^{p} \beta_j h_{1-j} \end{cases}$$

Ahora, $\sigma^2{}_n$ es estimado mediante una combinación lineal expresado en la siguiente ecuación:

$$\sigma_n^2 = \gamma v + \alpha\mu_{n-1}^2 + \beta\sigma_{n-1}^2$$

Donde v representa la tasa de la varianza a lo largo del periodo, $\sigma^2{}_{n-1}$ representa la varianza del periodo n-1 y μ_{n-1} representa el cambio porcentual del precio de la acción o el precio del activo subyacente del periodo anterior.

El termino γ es una tasa asignada para v, así como α es una tasa asignada para μ_{n-1}^2 y β es la tasa asignada para σ_{n-1}^2, pero deben cumplir la siguiente condición:

$$\gamma + \alpha + \beta = 1$$

Realizando un cambio de variable $\varpi = \gamma v$. Por lo tanto el modelo GARCH se expresa de la siguiente manera.

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

Este modelo es usualmente con el propósito de la estimación de los parámetros. Una vez que se obtenga los estimadores de ϖ, α y β se calcula γ como 1-α-β.

A largo plazo la varianza de ν se puede calcular como ϖ / γ. Para que le modelo Garch(1,1) sea estable requiere la condición que $\alpha + \beta \langle 1$.

Ejemplo:

Supongamos que el modelo Garch(1,1) es estimado de datos diarios, y tenemos la siguiente ecuación:

$$\sigma_{\mathrm{n}}^2 = 0.000002 + 0.13 \mu_{\mathrm{n}-1}^2 + 0.86 \sigma_{\mathrm{n}-1}^2$$

Esto quiere decir que $\alpha = 0.13,\ \beta = 0.86$ y $\varpi = 0.0000002.$ Entonces como $\gamma = 1 - \alpha - \beta$, tenemos que $\gamma = 0.01$, como definimos anteriormente que $\varpi = \gamma \nu$ se puede decir que $\nu = 0.0002$; esto quiere decir que la volatilidad es:

$\sqrt{0.0002} = 0.014$, lo que quiere decir 1.4% por día.

Supongamos ahora que la estimación de la volatilidad en el día n-1, es 1.6% por día, entonces $\sigma_{\mathrm{n}-1}^2 = 0.016^2 = 0.000256$ y el cambio porcentual en el precio del activo subyacente en el dìa n-1 es 1%, por lo tanto tenemos que $\mu_{\mathrm{n}-1}^2 = 0.01^2 = 0.0001$. Reemplazando todos los valores en la ecuación tenemos el siguiente resultado:

$$\sigma_{\mathrm{n}}^2 = 0.0000002 + 0.13 * 0.0001 + 0.86 * 0.000256 = 0.00023516$$

Entonces la nueva estimación de la volatilidad es:

$\sqrt{0.00023516} = 0.0153$, es decir el 1.53% por día.

Para estimar los parámetros del modelo de los datos de los precios del quintal de Soya , es necesario modelar el comportamiento de las volatilidades y sus variaciones para poder tener buenas estimaciones.

Entonces es necesario un software para poder estimar los parámetros del modelo anteriormente descrito. El programa que se utiliza para estimar dichos parámetros es la de Microsoft Excel llamada Solver, este programa realiza las estimaciones con las restricciones del modelo anteriormente definidas.

A continuación calculamos los estimadores de los parámetros del modelo GARCH(1,1) para obtener la volatilidad de la serie del precio del quintal de soya que mostramos en la siguiente tabla.

TABLA XIII

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

ϖ	**0,15357256**
α	**0,31644497**
β	**0,68355503**

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos el siguiente resultado:

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

Reemplazando los valores correspondientes en la ecuación tenemos el siguiente resultado:

$$\sigma_n^2 = 0.153572 + 0.316443 * (0.001193) + 0.683556 * (0.00833)$$
$$\sigma_n^2 = 0.157024$$
$$\sigma = 0.396262$$

Entonces la estimación de la volatilidad es 39.62% por mes.

CAPITULO VI

APLICACIÓN DEL MODELO BLACK-SHOLES A LA VALORACIÓN DE OPCIONES DE COMPRA Y VENTA DEL QUINTAL DE SOYA EN EL ECUADOR

6.1 Introducción.-

En este capitulo realizaremos la aplicación del modelo de Black-Sholes para la valoración de opciones de compra y venta. En este capítulo aplicaremos todos los conceptos ya enunciados anteriormente. Se realizarán todos los cálculos de la valoración de opciones solamente aplicando el modelo de Black-Sholes para opciones europeas. Para el cálculo de los precios de las opciones de compra y venta necesitaremos de un software financiero llamado **“DerivaGem Versión 1.5** ”, este es un programa o macro que se ejecuta dentro de Microsoft Excel. Está hoja electrónica nos proporcionará toda la información necesaria para el análisis del precio de las opciones y otras aplicaciones de mucha utilidad.

Para una buena comprensión del manejo del software vamos a definir algunos parámetros requeridos para el calculo de los precios de las opciones de compra como de venta. Luego explicaremos paso a paso los diferentes resultados del software.

6.2 Definición de los Parámetros para el Software.-

En este software utilizamos los siguientes términos, el resultado de la aplicación son el precio de la opción de compra o venta con sus respectivos valor de Theta, gama, Delta, Vega y Rho que son importantes para el análisis de los precios de las opciones.

Los parámetros son los siguientes:

P : Precio Actual del quintal de soya en dólares ($),
S : Desviación estándar por año (Volatilidad),
Rf : Tasa de Interés libre de Riesgo del mercado,
T : Fecha de vencimiento de la opción
Pex : Precio de ejercicio de la opción en dólares ($).

A continuación recordamos definiciones de los parámetros enunciados anteriormente:

- El precio del activo subyacente **(P)** es el precio hoy en día o el precio actual del activo subyacente, en este caso es el quintal de soya en el mercado ecuatoriano.

- La desviación estándar **(S)** o también llamada volatilidad del precio del quintal de soya que estimamos en el capitulo IV mediante datos históricos de los precios del quintal de soya cuyo resultado fue de 37, 02 % anual.
- La tasa interés libre de riesgo en el mercado **(Rf)**, o también llamada tasa Riesgo País, al cierre de la semana 45 del presente año fue de 5.72%.
- La fecha de Vencimiento de la opción o tiempo de ejercicio **(T)** es la fecha en el cual puede ejercerse el derecho de compra o venta del activo.
- El precio de ejercicio de la opción es el precio al cual puede realizarse la compra o venta del activo, en otras palabras el precio ejercicio es el precio en que acordaron vender o comprar el activo, en este caso es el quintal de Soya.

6.3 Manejo del Software.

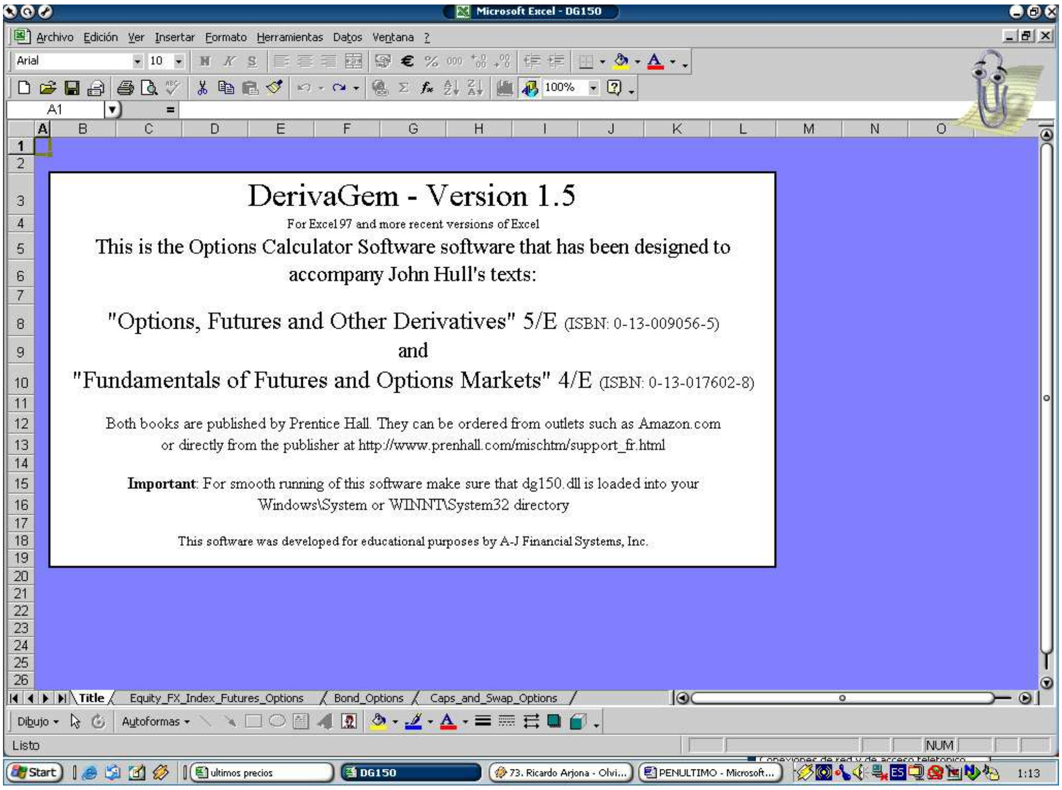
Existen varios software para la valoración de Instrumentos Derivados Financieros, el software utilizado para la Valoración de Opciones de Compra o Venta por el método de Black-Sholes es DerivaGem Versión 1.5 para Excel 97. Este software fue diseñado por John C. Hull autor de varios libros sobre Opciones y Futuros, este software fue diseñado en Microsoft Excel 97.

Para la aplicación de este software dentro de Microsoft Excel, es necesario copiar el archivo **dg150.dll** en **C:Windows/System** y el archivo **dg150.xls** en **C: Archivos de Programas**. Para la aplicación del programa se abre el archivo dg150.xls.

La presentación del software tiene los datos sobre los autores y la presentación como observamos a continuación:

GRÁFICO 6.1

PAGINA PRINCIPAL DEL SOFTWARE DERIVAGEM-VERSIÓN 1.5



DerivaGem - Version 1.5

For Excel 97 and more recent versions of Excel

This is the Options Calculator Software software that has been designed to accompany John Hull's texts:

"Options, Futures and Other Derivatives" 5/E (ISBN: 0-13-009056-5)

and

"Fundamentals of Futures and Options Markets" 4/E (ISBN: 0-13-017602-8)

Both books are published by Prentice Hall. They can be ordered from outlets such as Amazon.com or directly from the publisher at http://www.prenhall.com/mischtm/support_fr.html

Important: For smooth running of this software make sure that dg150.dll is loaded into your Windows\System or WINNT\System32 directory

This software was developed for educational purposes by A-J Financial Systems, Inc.

A continuación vamos a explicar la introducción de datos en el software con un ejemplo.

Ejemplo:

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.

A continuación vamos a mostrar la introducción de cada dato en el programa. Para esto se abre la hoja llamada Equity_Fx_Index_Futures-Options que se encuentra en al pagina principal del programa.

- El primer dato a introducir es el Precio actual del activo **P** que el programa lo llama Stock Price que es $12.16.
- El segundo dato a ingresar es la Volatilidad en porcentaje **(S)** por año de los precios del quintal de Soya que el programa lo llama Volatility (% per year) que es el 37%.

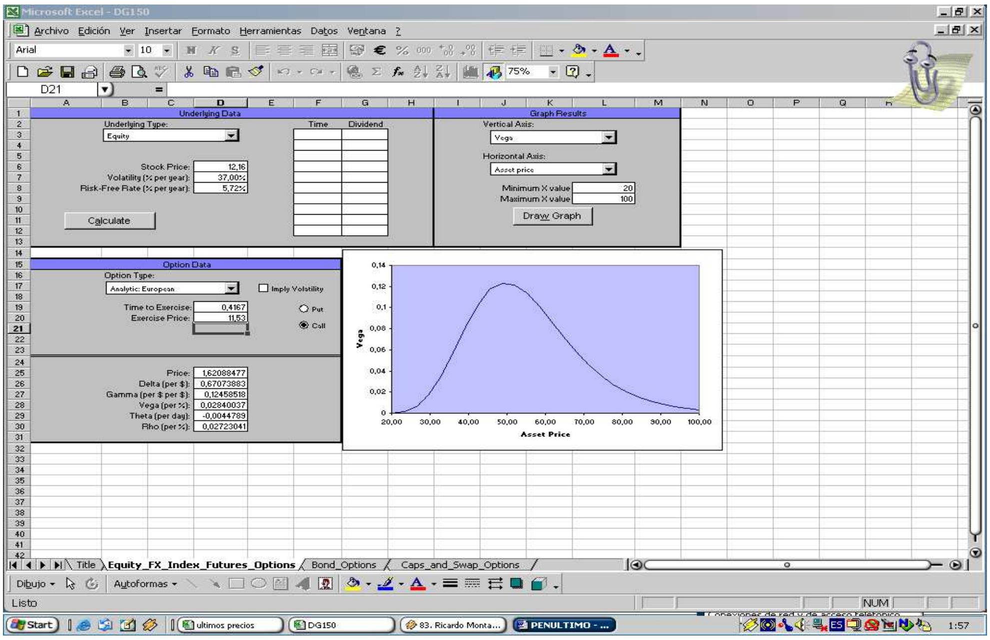
- El tercer dato a ingresar es la tasa interés libre de riesgo en el mercado **(Rf)** que el programa lo llama Risk-FreeRate que es 5.72%.

- El cuarto dato a ingresar es el tiempo de Vencimiento de la Opción **(T)** que el programa lo llama Time to Exercise que es 5 meses pero se ingresa 5/12.
- Por último se ingresa el precio de ejercicio que el programa lo llama Exercises Prices que es $ 11.53.

A continuación se escoge los botones de compra (Call) o venta(Put) y se pulsa Calculate y se muestra la siguiente pantalla.

GRÁFICO 6.2

APLICACIÓN DEL SOFTWARE DERIVAGEM -VERSIÓN 1.5



Underlying Type: Equity

Stock Price: 12,16
Volatility (% per year): 37,00%
Risk-Free Rate (% per year): 5,72%

Vertical Axis: Vega
Horizontal Axis: Asset price
Minimum X value 20
Maximum X value 100

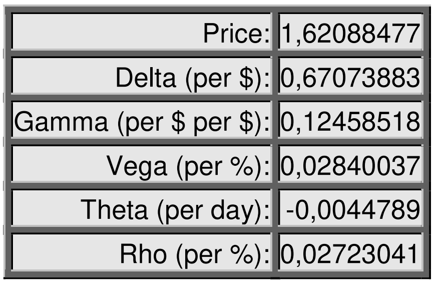
Option Type: Analytic: European
☐ Imply Volatility
Time to Exercise: 0,4167
Exercise Price: 11,53
○ Put
● Call

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

Los resultados fueron: el valor de la opción de compra del quinta de soya fue de $1.6208, el valor de delta de la opción es de 0.6707, el valor de Gamma es de 0.1245, el valor de Vega es de 0.0284, el valor de Theta es de –0.0044 y el valor de Rho es de 0.0272. A continuación mostramos una tabla de los resultados.

TABLA XIV

RESULATADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE DERVAGEM PARA EL EJEMPLO ANTERIOR.



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

El software Derivagem es muy fácil de aplicar y se obtiene mucha información que ayuda a la valoración de Opciones y otros Instrumentos financieros derivados. Las fórmulas utilizadas en el software son las mismas que estudiamos en el capitulo IV.

6.4 Aplicación del Modelo de Black-Sholes a las Opciones de Compra.

El siguiente paso es aplicar el modelo de Black- Sholes para la valoración de Opciones de Compra del quintal de Soya en el Mercado Ecuatoriano .

Para esto se va utilizar el software Derivagem anteriormente explicado. Tomando como referencia que al cierre de la semana 45 del presente año el precio del quintal de Soya se fijo en $13.94, y una volatilidad de 37.02% anual.

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.

Esta simulación se la hace tanto para obtener el precio de las opciones de compra como de venta. 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.

Con respecto a la fecha de Vencimiento de las opciones se tendrá diferentes alternativas que pueden ser semanas, meses y un año. Con esto se podrá ver el comportamiento del precio de la opción con el tiempo de vencimiento.

Separadamente de todos los datos que puede tener un inversionista o un comprador de una opción también dependerá su relación con el riesgo, ya que pueden ser adverso o amante del riesgo. Los resultados numéricos de la aplicación se muestran en la siguiente tabla:

TABLA XV

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
1 trimestre	10,88	11,47	0,6216	0,4540	0,1969	0,0216	-0,0050	0,0108
5 Meses	11,02	11,77	0,8500	0,4775	0,1513	0,0283	-0,0041	0,0184
1 Semestre	10,65	11,05	1,0694	0,5395	0,1425	0,0299	-0,0038	0,0234
8 Meses	10,60	11,00	1,2778	0,5615	0,1231	0,0341	-0,0033	0,0312
1 Año	10,92	11,33	1,6989	0,5948	0,0959	0,0423	-0,0029	0,0480
1 trimestre	10,99	11,19	0,7911	0,5288	0,1957	0,0219	-0,0052	0,0126
5 Meses	10,50	11,20	0,8154	0,4797	0,1589	0,0270	-0,0039	0,0176
1 Semestre	11,07	11,86	0,9619	0,4907	0,1377	0,0312	-0,0039	0,0224
8 Meses	11,13	11,29	1,4559	0,5910	0,1155	0,0353	-0,0035	0,0341
1 Año	11,33	11,23	1,9972	0,6419	0,0891	0,0423	-0,0030	0,0528
1 Semana	11,14	11,96	0,0666	0,2063	0,4859	0,0045	-0,0123	0,0004
3 Semana	11,16	11,05	0,4705	0,5765	0,3948	0,0105	-0,0102	0,0034
1 Meses	11,14	11,75	0,2585	0,3442	0,3094	0,0118	-0,0078	0,0030
2 Meses	11,78	11,27	1,0423	0,6670	0,2043	0,0175	-0,0064	0,0114
1 trimestre	11,25	11,26	0,9007	0,5655	0,1891	0,0221	-0,0053	0,0137
1 Semana	11,21	11,88	0,0398	0,1391	0,3853	0,0034	-0,0093	0,0003
1 Meses	11,09	11,41	0,3568	0,4332	0,3321	0,0126	-0,0084	0,0037

2 Meses	12,01	11,44	1,0932	0,6774	0,1978	0,0176	-0,0065	0,0117
1 trimestre	11,60	11,19	1,1489	0,6422	0,1740	0,0217	-0,0054	0,0158
5 Meses	12,16	11,53	1,6209	0,6707	0,1246	0,0284	-0,0045	0,0272
1 Semestre	11,04	11,25	1,1978	0,5668	0,1362	0,0307	-0,0039	0,0253
8 Meses	11,89	11,01	2,0918	0,7026	0,0964	0,0336	-0,0035	0,0417
1 Año	10,68	10,87	1,7529	0,6148	0,0967	0,0408	-0,0028	0,0481
1 Semana	11,48	11,36	0,3058	0,5994	0,6561	0,0062	-0,0172	0,0013
3 Semana	11,61	10,92	0,8623	0,7796	0,2872	0,0083	-0,0085	0,0047
1 Meses	11,99	12,00	0,5335	0,5359	0,3103	0,0138	-0,0093	0,0049
2 Meses	11,25	11,23	0,7386	0,5598	0,2321	0,0181	-0,0064	0,0093
1 trimestre	11,09	10,69	1,1029	0,6437	0,1817	0,0207	-0,0051	0,0151
5 Meses	11,53	11,16	1,4118	0,6390	0,1360	0,0279	-0,0043	0,0248
1 Semestre	11,14	11,63	1,0886	0,5301	0,1365	0,0313	-0,0039	0,0241
8 Meses	11,56	11,14	1,7970	0,6553	0,1055	0,0348	-0,0035	0,0385
1 Meses	10,75	11,04	0,3538	0,4399	0,3435	0,0122	-0,0081	0,0036
2 Meses	10,97	10,77	0,8135	0,6027	0,2327	0,0173	-0,0062	0,0097
1 trimestre	10,72	11,40	0,5762	0,4354	0,1985	0,0211	-0,0049	0,0102
1 Semana	11,15	11,22	0,2011	0,4702	0,6954	0,0062	-0,0170	0,0010
1 Meses	11,27	11,49	0,4053	0,4669	0,3303	0,0129	-0,0086	0,0040
2 Meses	11,29	11,04	0,8613	0,6129	0,2245	0,0176	-0,0063	0,0101
1 trimestre	11,16	11,15	0,9032	0,5693	0,1903	0,0219	-0,0053	0,0136
5 Meses	12,09	11,39	1,6537	0,6804	0,1238	0,0279	-0,0044	0,0274
1 Semestre	10,64	11,16	1,0184	0,5230	0,1431	0,0300	-0,0038	0,0227
8 Meses	11,01	11,36	1,3553	0,5689	0,1181	0,0353	-0,0035	0,0327
1 trimestre	10,33	10,36	0,8170	0,5612	0,2063	0,0204	-0,0049	0,0125
5 Meses	11,82	11,25	1,5517	0,6650	0,1291	0,0278	-0,0044	0,0263
1 Semestre	10,81	11,37	1,0218	0,5188	0,1409	0,0305	-0,0038	0,0229
8 Meses	11,04	12,06	1,0939	0,4939	0,1196	0,0360	-0,0034	0,0291
1 Año	11,56	10,72	2,4091	0,7066	0,0805	0,0398	-0,0029	0,0576
2 Meses	11,45	10,70	1,1743	0,7214	0,1941	0,0157	-0,0059	0,0118
1 trimestre	11,60	10,43	1,6302	0,7717	0,1409	0,0175	-0,0047	0,0183
1 Semana	11,50	11,71	0,1517	0,3800	0,6453	0,0061	-0,0167	0,0008
1 Meses	10,77	12,16	0,0850	0,1495	0,2023	0,0072	-0,0046	0,0013

2 Meses	10,87	11,14	0,5805	0,4905	0,2429	0,0177	-0,0061	0,0079
1 trimestre	11,54	10,91	1,2727	0,6820	0,1671	0,0206	-0,0052	0,0165
5 Meses	11,40	11,48	1,1724	0,5753	0,1439	0,0288	-0,0044	0,0224
1 Semestre	10,93	11,52	1,0236	0,5156	0,1394	0,0308	-0,0038	0,0231
8 Meses	11,19	10,96	1,6497	0,6353	0,1112	0,0343	-0,0035	0,0364
1 Semana	11,33	11,58	0,1345	0,3526	0,6389	0,0058	-0,0160	0,0007
1 Meses	11,49	11,52	0,5013	0,5293	0,3242	0,0132	-0,0089	0,0047
1 Año	11,33	11,20	2,0113	0,6446	0,0888	0,0422	-0,0030	0,0529
1 Meses	10,94	10,71	0,6140	0,6168	0,3267	0,0121	-0,0083	0,0051
2 Meses	11,98	11,65	0,9499	0,6269	0,2092	0,0185	-0,0067	0,0109
1 trimestre	11,46	11,56	0,8747	0,5489	0,1868	0,0227	-0,0054	0,0135
5 Meses	11,31	11,15	1,2796	0,6098	0,1421	0,0280	-0,0043	0,0234
1 Semestre	11,59	11,02	1,6530	0,6675	0,1198	0,0298	-0,0040	0,0304
8 Meses	11,60	11,60	1,5945	0,6092	0,1095	0,0364	-0,0036	0,0365
1 trimestre	11,04	11,41	0,7215	0,4967	0,1953	0,0220	-0,0052	0,0119
5 Meses	10,94	11,49	0,9193	0,5055	0,1527	0,0282	-0,0041	0,0192
1 Semestre	11,69	12,05	1,2076	0,5494	0,1294	0,0327	-0,0041	0,0261
1 trimestre	10,84	11,38	0,6375	0,4630	0,1981	0,0215	-0,0051	0,0110
5 Meses	10,70	10,87	1,0566	0,5609	0,1543	0,0272	-0,0041	0,0206
1 Semestre	11,54	11,46	1,3925	0,6052	0,1275	0,0314	-0,0041	0,0280
8 Meses	11,52	10,83	1,9358	0,6850	0,1021	0,0334	-0,0035	0,0397
1 Año	12,10	11,49	2,3802	0,6842	0,0794	0,0430	-0,0031	0,0590
1 Semestre	11,81	11,22	1,6894	0,6686	0,1174	0,0303	-0,0040	0,0310
8 Meses	11,76	11,39	1,7985	0,6492	0,1043	0,0356	-0,0036	0,0389
1 trimestre	11,32	11,41	0,8681	0,5505	0,1890	0,0224	-0,0054	0,0134
5 Meses	11,28	11,33	1,1738	0,5795	0,1451	0,0285	-0,0043	0,0223
1 Semestre	11,45	11,18	1,4770	0,6298	0,1261	0,0306	-0,0040	0,0287
1 trimestre	11,27	10,78	1,1686	0,6591	0,1759	0,0207	-0,0052	0,0156
5 Meses	10,89	12,06	0,6912	0,4176	0,1501	0,0274	-0,0039	0,0161
1 trimestre	10,62	11,87	0,3919	0,3330	0,1850	0,0193	-0,0044	0,0079
1 Semana	11,59	11,67	0,2058	0,4653	0,6683	0,0064	-0,0176	0,0010
1 Meses	11,44	10,73	0,9460	0,7574	0,2559	0,0103	-0,0075	0,0064

2 Meses	11,51	10,87	1,1064	0,6976	0,2007	0,0164	-0,0061	0,0115
1 trimestre	11,36	11,48	0,8573	0,5450	0,1886	0,0225	-0,0054	0,0133
1 Semestre	10,90	11,31	1,0942	0,5394	0,1392	0,0306	-0,0039	0,0239
8 Meses	11,74	11,28	1,8424	0,6589	0,1034	0,0352	-0,0036	0,0393
1 Año	11,16	11,34	1,8400	0,6165	0,0925	0,0426	-0,0029	0,0504
1 trimestre	10,97	10,58	1,0878	0,6426	0,1839	0,0205	-0,0051	0,0149
5 Meses	10,98	11,19	1,0681	0,5556	0,1506	0,0280	-0,0042	0,0210
1 Semestre	11,12	10,93	1,3977	0,6202	0,1309	0,0299	-0,0039	0,0275
1 Semana	11,11	10,91	0,3469	0,6558	0,6457	0,0057	-0,0160	0,0013

Todos estos resultados numéricos pueden ayudar a un inversionista a la toma de decisiones que sean satisfactorias para sus intereses.

6.5 Aplicación del Modelo Black-Sholes a las Opciones de Venta.

Ahora vamos a aplicar el mismo modelo para obtener los precios de las opciones de Venta del quintal de Soya en el mercado Ecuatoriano. Los valores de los precios actual y el precio de ejercicio son los mismos que se generaron anteriormente para el calculo del precio de las opciones de Compra sólo cambia el tipo de opción. Los resultados numéricos se muestran en la siguiente tabla:

TABLA XVI

RESULTADOS NUMERICOS PARA EL PRECIO DE LAS OPCIONES DE VENTA (PUT) POR 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
1 Semana	10,88	11,47	0,6244	-0,8370	0,4412	0,0037	-0,0083	-0,0019
3 Semana	11,02	11,77	1,1571	-0,5738	0,1923	0,0216	-0,0032	-0,0187
1 Meses	10,65	11,05	0,6554	-0,5976	0,3402	0,0119	-0,0061	-0,0058
2 Meses	10,60	11,00	0,8056	-0,5424	0,2477	0,0172	-0,0042	-0,0109
1 Semestre	10,92	11,33	1,1871	-0,4605	0,1390	0,0307	-0,0021	-0,0311
2 Meses	10,99	11,19	0,7124	-0,4923	0,2403	0,0179	-0,0045	-0,0102
1 trimestre	10,50	11,20	1,0933	-0,5711	0,2021	0,0206	-0,0031	-0,0177
5 Meses	11,07	11,86	1,3509	-0,5277	0,1505	0,0284	-0,0023	-0,0300
1 Semestre	11,13	11,29	1,0727	-0,4264	0,1347	0,0309	-0,0022	-0,0291
8 Meses	11,33	11,23	1,0849	-0,3796	0,1112	0,0352	-0,0018	-0,0359
1 Año	11,14	11,96	1,7251	-0,4413	0,0957	0,0440	-0,0012	-0,0664
1 Semana	11,16	11,05	0,1713	-0,4051	0,6769	0,0060	-0,0151	-0,0009
1 Año	11,14	11,75	1,6103	-0,4225	0,0950	0,0436	-0,0012	-0,0632
1 Semana	11,78	11,27	0,0611	-0,1815	0,4364	0,0043	-0,0110	-0,0004
3 Semana	11,25	11,26	0,7508	-0,4345	0,1891	0,0221	-0,0036	-0,0141
1 Meses	11,21	11,88	0,8570	-0,6720	0,3017	0,0117	-0,0058	-0,0070
2 Meses	11,09	11,41	0,7852	-0,5198	0,2379	0,0180	-0,0045	-0,0109

1 trimestre	12,01	11,44	0,5409	-0,3326	0,1635	0,0218	-0,0037	-0,0113
5 Meses	11,60	11,19	0,7671	-0,3557	0,1345	0,0279	-0,0026	-0,0204
1 Semestre	12,16	11,53	0,7969	-0,3287	0,1137	0,0311	-0,0024	-0,0240
8 Meses	11,04	11,25	1,2101	-0,4149	0,1169	0,0351	-0,0018	-0,0386
1 Año	11,89	11,01	0,9944	-0,2920	0,0781	0,0408	-0,0014	-0,0447
1 Semana	10,68	10,87	0,3208	-0,6166	0,6967	0,0057	-0,0138	-0,0013
8 Meses	11,48	11,36	1,0904	-0,3775	0,1096	0,0356	-0,0019	-0,0362
1 Semestre	11,61	10,92	0,7246	-0,3176	0,1174	0,0293	-0,0023	-0,0221
1 Año	11,99	12,00	1,4026	-0,3679	0,0850	0,0452	-0,0014	-0,0581
1 Semana	11,25	11,23	0,2141	-0,4674	0,6888	0,0062	-0,0155	-0,0011
3 Semana	11,09	10,69	0,2062	-0,3103	0,3581	0,0094	-0,0077	-0,0021
1 Meses	11,53	11,16	0,2997	-0,3433	0,2986	0,0122	-0,0068	-0,0035
2 Meses	11,14	11,63	0,8886	-0,5582	0,2346	0,0180	-0,0043	-0,0118
1 Semestre	11,56	11,14	0,8341	-0,3514	0,1226	0,0303	-0,0023	-0,0245
2 Meses	10,75	11,04	0,7496	-0,5150	0,2455	0,0175	-0,0043	-0,0105
1 trimestre	10,97	10,77	0,6314	-0,3939	0,1896	0,0211	-0,0035	-0,0124
5 Meses	10,72	11,40	1,2571	-0,5153	0,1557	0,0276	-0,0023	-0,0283
1 Semestre	11,15	11,22	1,0286	-0,4144	0,1336	0,0307	-0,0022	-0,0282
8 Meses	11,27	11,49	1,2382	-0,4156	0,1145	0,0359	-0,0018	-0,0395
1 Año	11,29	11,04	1,1981	-0,3445	0,0882	0,0416	-0,0013	-0,0509
1 Semana	11,16	11,15	0,2172	-0,4743	0,6952	0,0062	-0,0154	-0,0011
1 Meses	12,09	11,39	0,2097	-0,2558	0,2491	0,0112	-0,0063	-0,0028
3 Semana	10,64	11,16	0,9912	-0,5351	0,2019	0,0211	-0,0032	-0,0167
2 Meses	11,01	11,36	0,7982	-0,5273	0,2393	0,0179	-0,0044	-0,0110
1 trimestre	10,33	10,36	0,6999	-0,4388	0,2063	0,0204	-0,0033	-0,0131
5 Meses	11,82	11,25	0,7167	-0,3350	0,1291	0,0278	-0,0026	-0,0195
1 Semestre	10,81	11,37	1,2612	-0,4812	0,1409	0,0305	-0,0021	-0,0323
8 Meses	11,04	12,06	1,6627	-0,5061	0,1196	0,0360	-0,0016	-0,0483
1 Año	11,56	10,72	0,9731	-0,2934	0,0805	0,0398	-0,0013	-0,0436
1 Semana	11,45	10,70	0,0236	-0,0857	0,2666	0,0025	-0,0064	-0,0002
1 Año	11,60	10,43	0,8483	-0,2653	0,0764	0,0380	-0,0013	-0,0393

1 Semana	11,50	11,71	0,3489	-0,6200	0,6453	0,0061	-0,0148	-0,0014
3 Semana	10,77	12,16	1,3934	-0,9005	0,1827	0,0045	-0,0022	-0,0064
1 Meses	10,87	11,14	0,5841	-0,5524	0,3406	0,0124	-0,0065	-0,0055
2 Meses	11,54	10,91	0,3684	-0,3049	0,2009	0,0165	-0,0044	-0,0065
1 Semestre	11,40	11,48	1,0559	-0,4155	0,1307	0,0314	-0,0023	-0,0290
8 Meses	10,93	11,52	1,4028	-0,4589	0,1202	0,0354	-0,0017	-0,0428
1 Semana	11,19	10,96	0,1258	-0,3257	0,6274	0,0056	-0,0141	-0,0007
3 Semana	11,33	11,58	0,5200	-0,5651	0,3909	0,0107	-0,0083	-0,0040
1 Meses	11,49	11,52	0,4765	-0,4707	0,3242	0,0132	-0,0071	-0,0049
2 Meses	11,33	11,20	0,5634	-0,4149	0,2278	0,0180	-0,0047	-0,0088
1 trimestre	10,94	10,71	0,6157	-0,3880	0,1893	0,0210	-0,0035	-0,0121
5 Meses	11,98	11,65	0,8337	-0,3684	0,1318	0,0292	-0,0027	-0,0219
1 Semestre	11,46	11,56	1,0714	-0,4180	0,1302	0,0316	-0,0023	-0,0293
8 Meses	11,31	11,15	1,0544	-0,3728	0,1108	0,0350	-0,0018	-0,0351
1 Meses	11,59	11,02	0,2318	-0,2843	0,2739	0,0113	-0,0063	-0,0029
1 Año	11,60	11,60	1,3523	-0,3671	0,0877	0,0437	-0,0013	-0,0561
1 Semana	11,04	11,41	0,4512	-0,7242	0,5899	0,0051	-0,0122	-0,0016
3 Semana	10,94	11,49	1,0283	-0,5380	0,1962	0,0217	-0,0033	-0,0173
1 Meses	11,69	12,05	0,6700	-0,5738	0,3140	0,0132	-0,0069	-0,0061
2 Meses	10,84	11,38	0,9037	-0,5727	0,2396	0,0174	-0,0042	-0,0119
1 trimestre	10,70	10,87	0,7970	-0,4663	0,2008	0,0213	-0,0034	-0,0145
3 Semana	11,54	11,46	0,7257	-0,4178	0,1829	0,0225	-0,0037	-0,0139
1 Semestre	11,52	10,83	0,7168	-0,3170	0,1182	0,0290	-0,0023	-0,0218
1 Semana	12,10	11,49	0,2373	-0,2802	0,2605	0,0118	-0,0066	-0,0030
3 Semana	11,81	11,22	0,5203	-0,3275	0,1652	0,0213	-0,0036	-0,0110
1 Meses	11,76	11,39	0,3085	-0,3456	0,2935	0,0125	-0,0069	-0,0036
2 Meses	11,32	11,41	0,6719	-0,4656	0,2324	0,0184	-0,0047	-0,0099
1 trimestre	11,28	11,33	0,7730	-0,4420	0,1892	0,0223	-0,0036	-0,0144
5 Meses	11,45	11,18	0,8174	-0,3748	0,1386	0,0280	-0,0026	-0,0213
1 Semestre	11,27	10,78	0,7782	-0,3409	0,1244	0,0292	-0,0022	-0,0231
1 Año	10,89	12,06	0,7782	-0,3409	0,1244	0,0292	-0,0022	-0,0231

1 Semana	10,62	11,87	1,2402	-0,9831	0,0771	0,0006	0,0002	-0,0022
3 Semana	11,59	11,67	0,4326	-0,4983	0,3873	0,0111	-0,0088	-0,0036
1 Meses	11,44	10,73	0,1271	-0,2111	0,2844	0,0079	-0,0066	-0,0015
2 Meses	11,51	10,87	0,3633	-0,3024	0,2007	0,0164	-0,0044	-0,0064
3 Semana	11,36	11,48	0,4465	-0,5146	0,3949	0,0109	-0,0086	-0,0036
1 Meses	10,90	11,31	0,6711	-0,5978	0,3323	0,0122	-0,0063	-0,0060
2 Meses	11,74	11,28	0,4428	-0,3434	0,2074	0,0176	-0,0047	-0,0075
1 trimestre	11,16	11,34	0,8327	-0,4668	0,1926	0,0222	-0,0036	-0,0151
5 Meses	10,97	10,58	0,7244	-0,3554	0,1422	0,0264	-0,0025	-0,0193
1 Semestre	10,98	11,19	1,0853	-0,4334	0,1369	0,0305	-0,0022	-0,0292
3 Semana	11,12	10,93	0,2875	-0,3915	0,3887	0,0103	-0,0083	-0,0027
8 Meses	11,11	10,91	1,0156	-0,3679	0,1123	0,0342	-0,0018	-0,0340

Todos estos resultados numéricos pueden ayudar a un inversionista a la toma de decisiones que sean satisfactorias para sus intereses. Otro tipo de análisis importante es la relación de las diferentes variables que afectan el precio de una opción, este análisis se lo puede realizar por medio de los gráficos de las relaciones entres las diferentes variables.

6.6 Análisis Grafico del comportamiento y las variables de las Opciones.

Para el análisis de estos gráficos vamos a observar el comportamiento o la relación del precio de la opción con las otras variables. Estos gráficos lo obtendremos por medio del programa Derivagem explicado anteriormente.

Las variables que afectan el precio de una opción son: la volatilidad, la tasa libre de riesgo en el mercado, el precio actual del activo subyacente, el precio del ejercicio, el tiempo de vencimiento de la opción. Para obtener y realizar un análisis del precios de las opciones de compra como el precio de las opciones de venta se va tomar uno de los casos de las tablas anteriores.

Ejemplo:

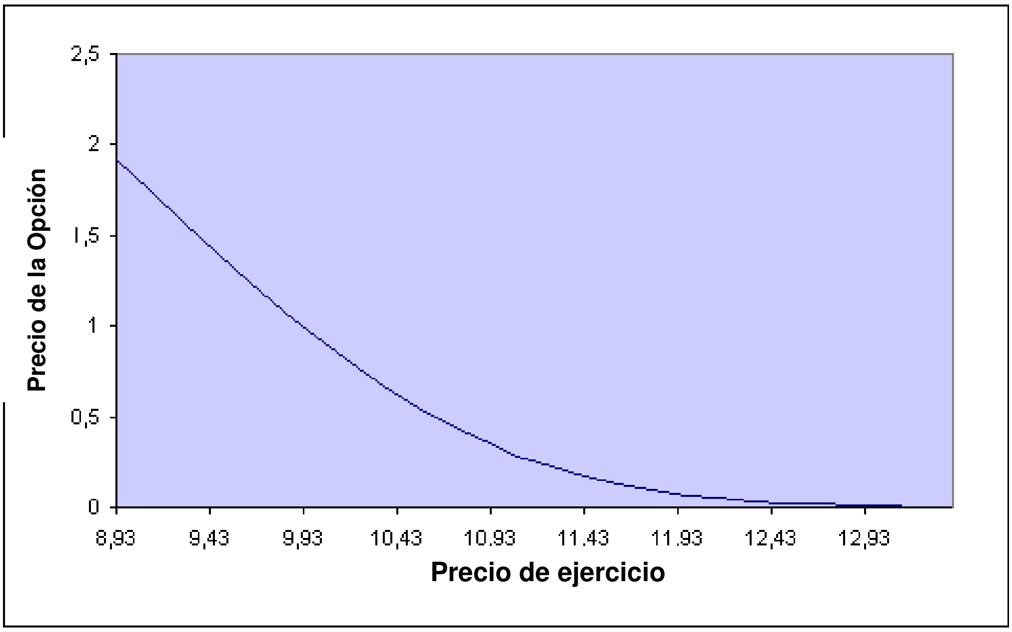
Para ilustrar los diferentes gráficos tomamos el siguiente ejemplo donde el precio actual del quintal de soya es $10.81, la volatilidad es 37% anual, la tasa libre de riesgo del mercado es 5.72%, el tiempo de vencimiento de la opción son tres semanas y el precio de ejercicio es $11.16.

En el primer gráfico vamos a analizar el comportamiento entre el precio de la opción de compra y el precio del ejercicio.

GRAFICO 6.3

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE COMPRA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DE EJERCICIO.

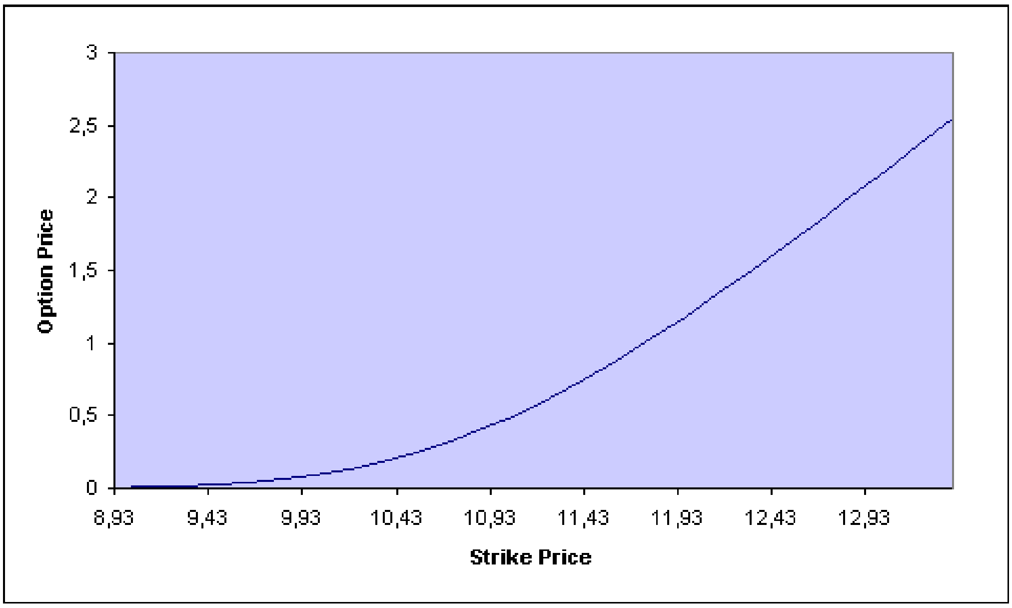


Analizando el gráfico del comportamiento del precio de la opción de compra, podemos observar que a medida que el precio de ejercicio sube el precio de la opción de compra va a decaer. En el ejemplo el precio de la opción de compra resultó \$0.25 y el precio de ejercicio es \$11.16, por lo que a medida que el precio de ejercicio suba el precio de la opción de compra bajará su precio, cuando existe este tipo de relación donde mientras una variable sube y la otra variable baja se denominan relación negativa.

GRAFICO 6.4

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE VENTA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DE EJERCICIO



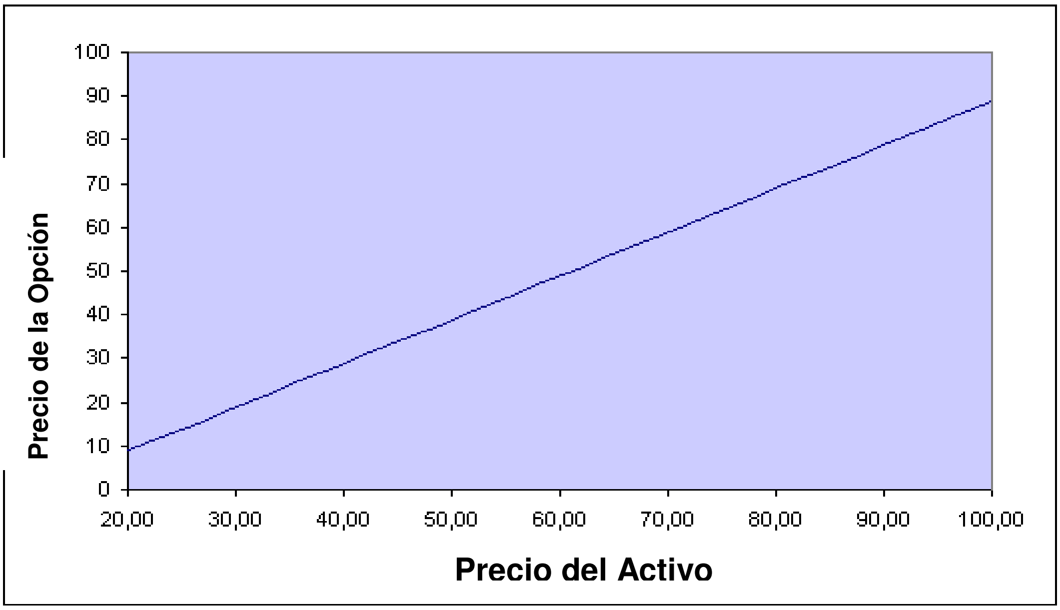
Analizando el grafico del comportamiento del precio de la opción de venta, se puede observar que a medida que el precio de ejercicio sube el precio de la opción de venta también aumenta. En el ejemplo el precio de ejercicio es $11.16 y el precio de la opción de venta resultó $0.56 por lo que a medida que el precio de ejercicio suba el precio de la opción de venta aumentará su precio, este tipo de relación cuando una variable crece y la otra también crece se denominan relación positiva.

A continuación vamos a analizar la relación entre el precio del activo subyacente y el precio de la opción.

GRAFICO 6.5

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE COMPRA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL ACTIVO

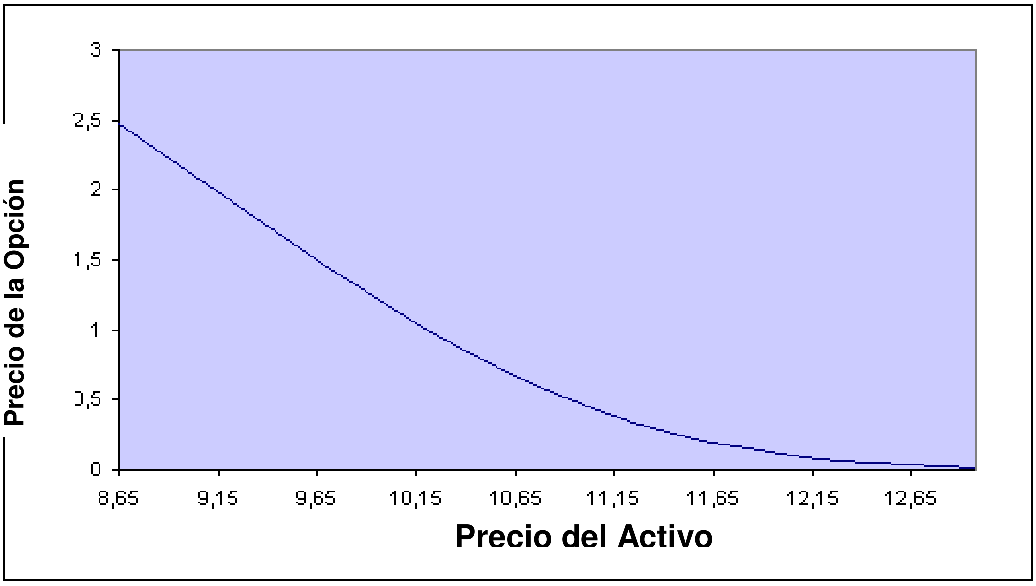


Analizando el grafico del comportamiento del precio de la opción de compra, podemos observar que a medida que el precio del activo sube el precio de la opción de compra va a crecer. En el ejemplo el precio del activo es $10.81 y el precio de la opción de compra resultó $0.25, por lo que a medida que el precio del activo en el mercado suba el precio de la opción de compra también subirá, cuando existe este tipo de relación donde mientras una variable sube y la otra variable también sube se denomina relación positiva.

GRAFICO 6.6

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE VENTA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL ACTIVO



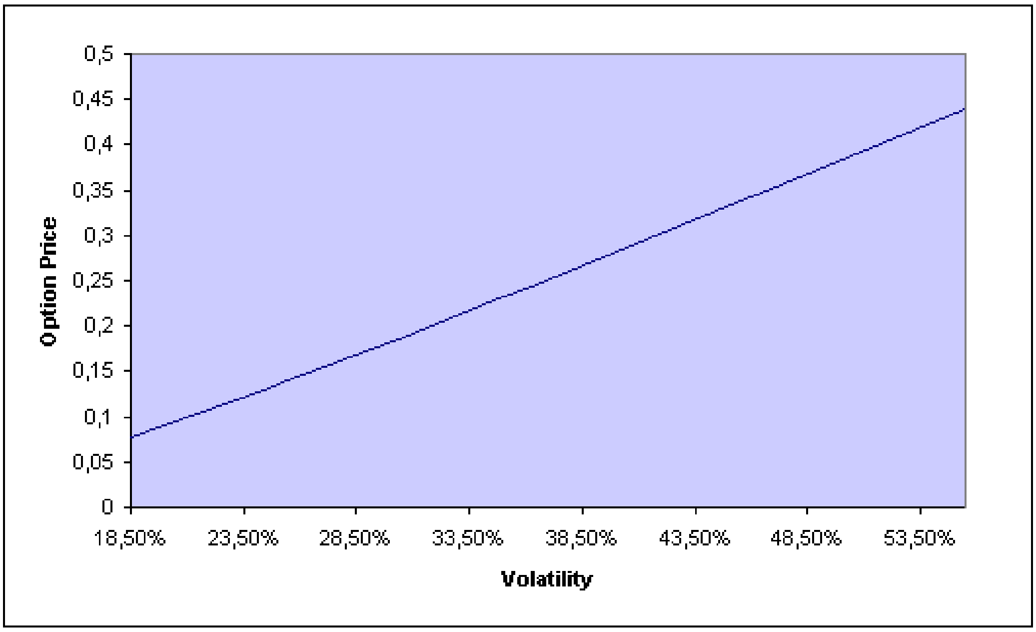
Analizando el gráfico del comportamiento del precio de la opción de venta, podemos observar que a medida que el precio del activo subyacente crece el precio de la opción de venta va a disminuir. En el ejemplo el precio de la opción de venta resultó $0.56 y el precio del activo es $10.81, por lo que a medida que el precio del activo suba el precio de la opción de venta bajará su precio, entonces la relación es negativa.

A continuación vamos a analizar la relación entre el precio de la opción y la volatilidad de sus precios.

GRAFICO 6.7

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE COMPRA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS VOLATILIDAD

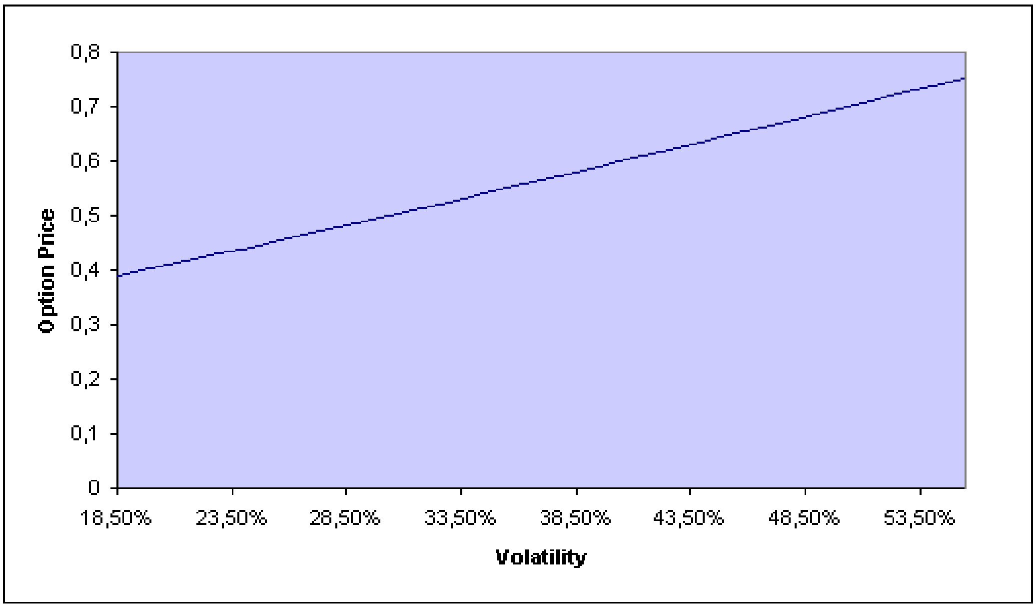


Analizando el gráfico podemos observar que a medida que la volatilidad crece el precio de la opción de compra también crece. En el ejemplo la volatilidad es de 37% anual y el precio de la opción de compra resultó $0.25, por lo que a medida que la volatilidad crece el precio de la opción de compra también se incrementará, entonces se puede decir que existe una relación positiva entre la volatilidad y el precio de la opción de compra.

GRAFICO 6.8

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE VENTA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS VOLATILIDAD



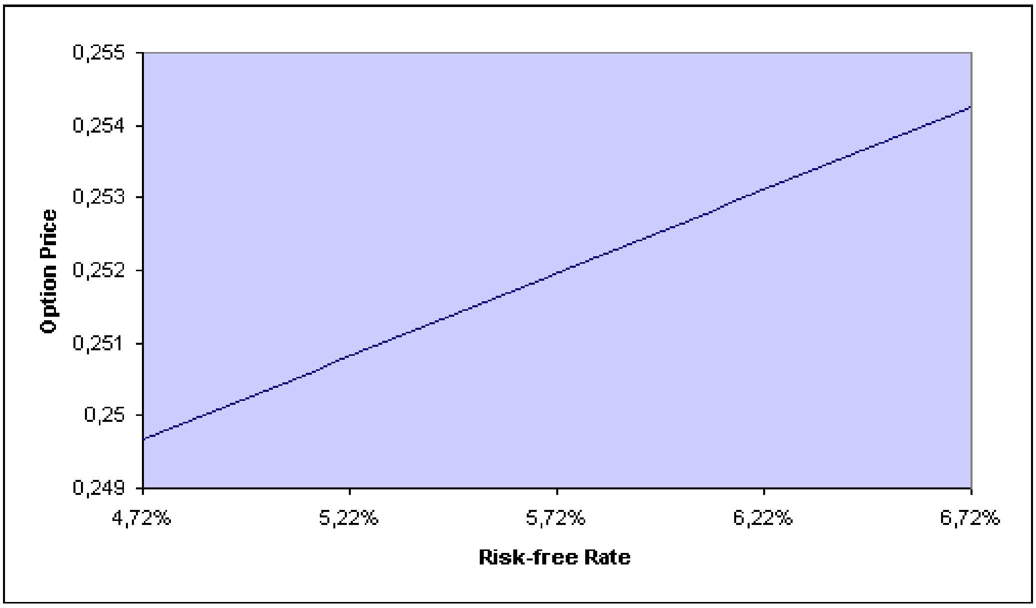
Podemos observar en este gráfico que el comportamiento del precio de las opciones de venta es el mismo que el comportamiento del precio de las opciones de compra, esto quiere decir que si la volatilidad aumenta los precios de las opciones crecerá, esto se debe a que crece la incertidumbre al comportamiento del precio del activo.

A continuación vamos a analizar la relación entre el precio de la opción y la tasa libre de riesgo.

GRAFICO 6.9

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE COMPRA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS TASA LIBRE DE RIESGO

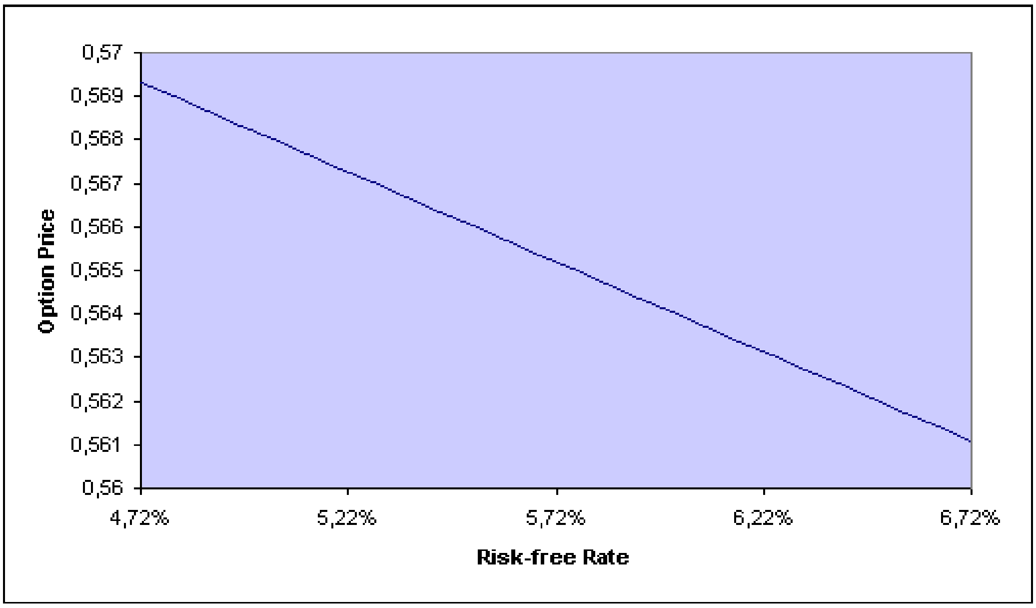


Analizando el gráfico podemos observar que a medida que la tasa de interés libre de riesgo en el mercado vaya creciendo el precio de la opción de compra también crecerá. En el ejemplo la tasa de interés libre de riesgo en el mercado es de 5.72% y el precio de la opción de compra resultó $0.25, por lo que a medida que la tasa de interés libre de riesgo en el mercado crece el precio de la opción de compra también se incrementará, entonces se puede decir que existe una relación positiva entre la tasa de interés libre de riesgo en el mercado y el precio de la opción de compra.

GRAFICO 6.10

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE VENTA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS TASA LIBRE DE RIESGO

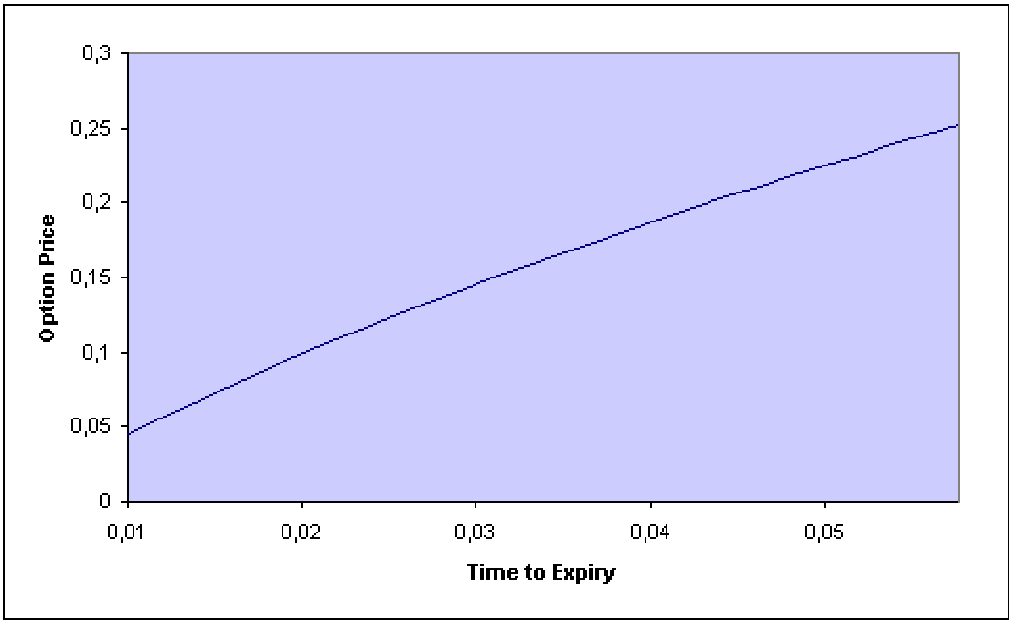


En el gráfico podemos observar que a medida que la tasa de interés libre de riesgo en el mercado vaya creciendo el precio de la opción de venta bajará. En el ejemplo la tasa de interés libre de riesgo en el mercado es de 5.72% y el precio de la opción de venta resultó $0.56, por lo que a medida que la tasa de interés libre de riesgo en el mercado crece el precio de la opción de venta bajará, entonces se puede decir que existe una relación negativa entre la tasa de interés libre de riesgo en el mercado y el precio de la opción de venta.

A continuación vamos a analizar la relación entre el precio de la opción y el tiempo de vencimiento.

GRAFICO 6.11

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE COMPRA PRECIO DE LA OPCIÓN VS TIEMPO DE VENCIMIENTO

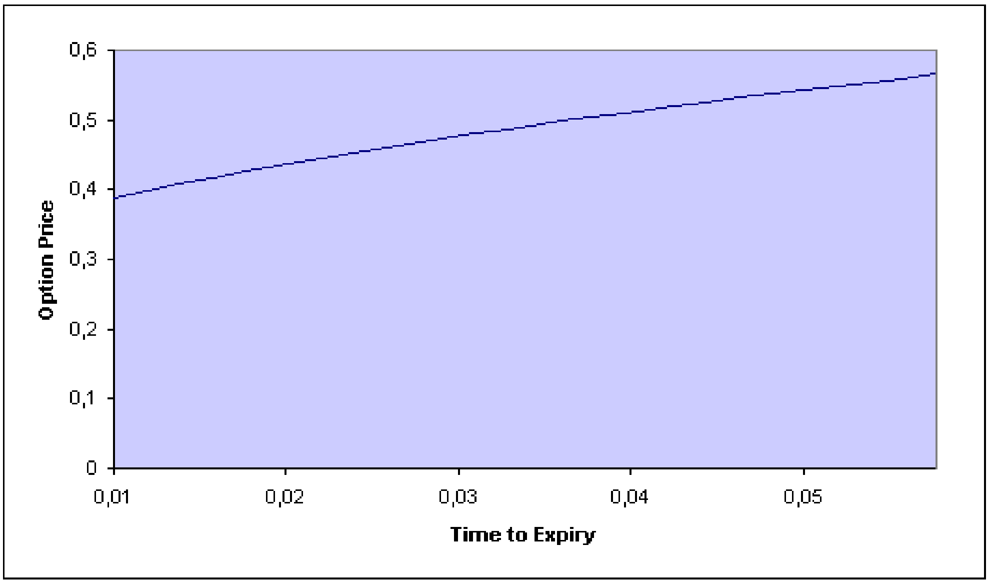


Analizando el gráfico podemos observar que a medida que el tiempo de vencimiento aumente el precio de la opción de compra también crecerá. En el ejemplo el tiempo de vencimiento de la opción es tres semanas y el precio de la opción de compra resultó $0.25, por lo que a medida que el tiempo de vencimiento aumente a cinco semanas el precio de la opción de compra también se incrementará, entonces se puede decir que existe una relación positiva entre el tiempo de vencimiento de la opción y el precio de la opción de compra.

GRAFICO 6.12

COMPORTAMIENTO GRÁFICO EN OPCIONES DE VENTA

PRECIO DE LA OPCIÓN VS TIEMPO DE VENCIMIENTO



En el gráfico observamos que cuando aumenta el tiempo de vencimiento de la opción también aumenta el precio de la opción de venta, esto también se da en el precio de las opciones de compra, por lo tanto la relación positiva.

Las diferentes variables que influyen en el precio de la opción de Venta o Compra del Quintal de Soya tienen diferentes comportamientos. Con los ejemplos anteriormente estudiados podemos decir que las variables influyen en diferentes sentidos en el precio de la Opción de Compra y Venta.

6.7 Análisis de la sensibilidad de las opciones.

Como dijimos antes existen cambios en la sensibilidad de las opciones, a estos cambios se les ha asignado letras griegas y se los conoce como sensibilidad de las opciones, es decir, muestran cómo el precio obtenido va a cambiar ante cualquier cambio concreto de las variables mencionadas anteriormente.

A continuación vamos a analizar las sensibilidades más importantes que se ven afectados los precios de las opciones de compra como de venta.

Para este análisis vamos a utilizar el software Derivagem como lo hicimos con los anteriores gráficos.

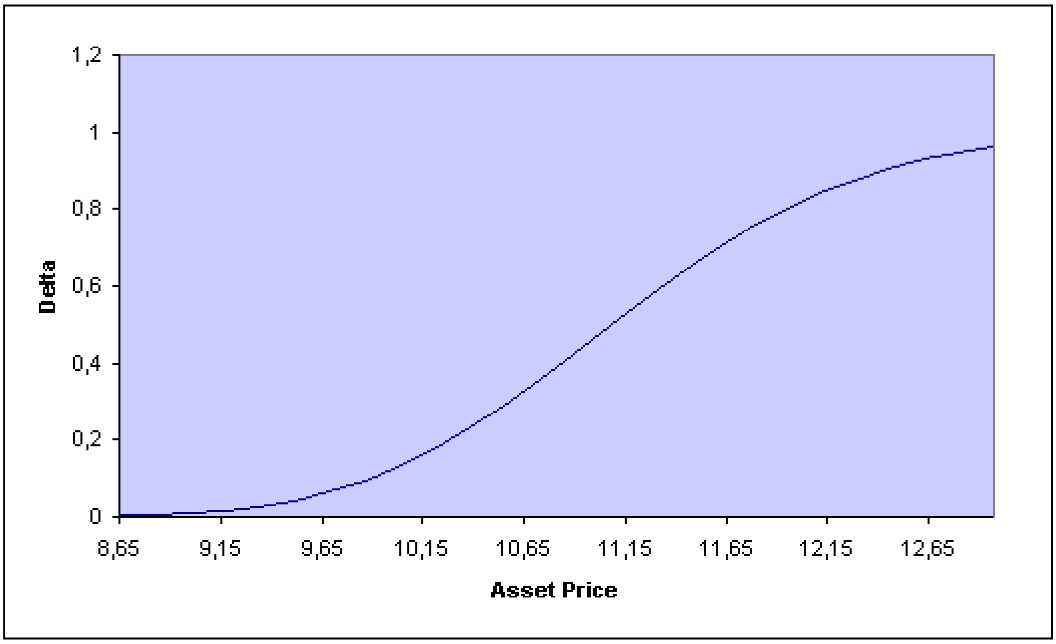
Las sensibilidades del precio de las Opciones ya fueron anteriormente definidas pero vamos a recordar los aspectos más importantes de cada una.

6.7.1 Análisis de la sensibilidad DELTA de las opciones.

Dado que tenemos una fórmula explicita para el precio, podemos tomar sus derivadas con respecto a los parámetros que determinan su valor. En otras palabras Delta es la proporción en que varía el valor justo teórico de una opción por el cambio del precio del activo subyacente. El precio de las opciones de venta, al ser una delta negativa, bajaría ante un aumento del activo subyacente. La delta de una opción también es la probabilidad de que la opción sea ejercida. Para mostrar el ejemplo de la Delta de una opción y su comportamiento tomaremos el mismo ejemplo utilizado en el tema anterior.

GRAFICO 6.13

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD DELTA VS PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE EN LAS OPCIONES DE COMPRA.

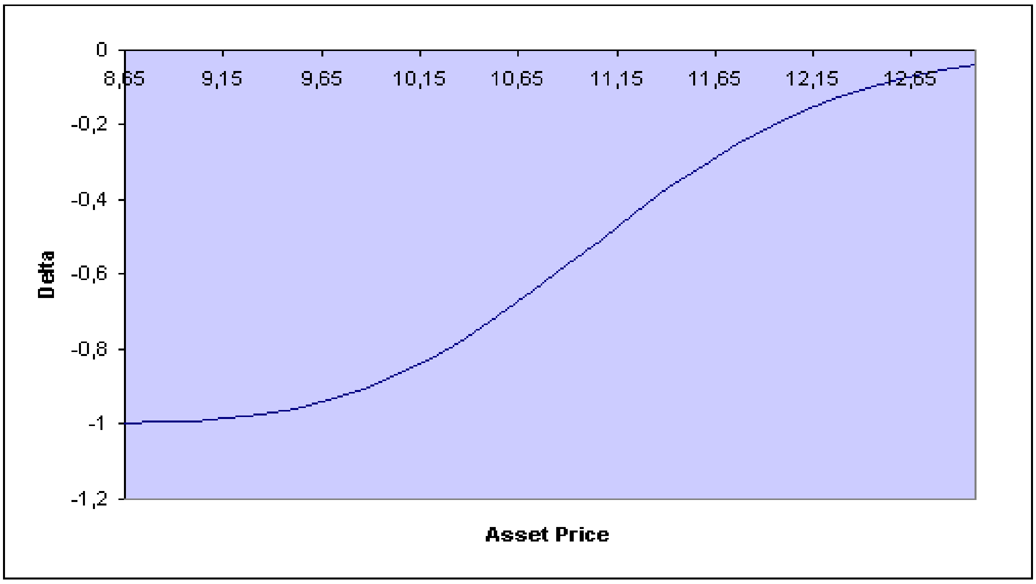


En este gráfico se puede apreciar el comportamiento de la derivada delta de la opción de compra versus el precio del activo subyacente, el valor que se calculó por medio del software es 0.3908, esto quiere decir que si el precio del activo subyacente; en este caso es el quintal de soya varía uno por ciento entonces el precio de la opción de compra cambiará en 0.4 %. En este ejemplo de opciones de compra el precio sube al subir el precio del activo.

La delta de una opción de Venta también la vamos a analizar y el gráfico es el siguiente

GRAFICO 6.14

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD DELTA VS PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE EN LAS OPCIONES DE VENTA.



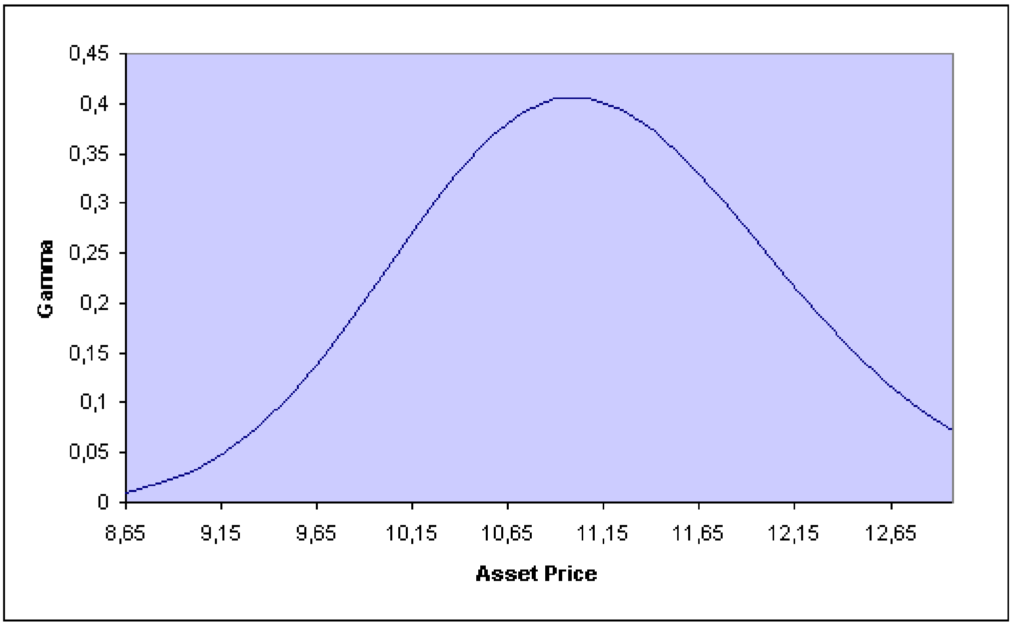
En este gráfico se puede apreciar el comportamiento de la derivada delta de la opción de venta versus el precio del activo subyacente, el valor que se calculó por medio del software es -0.60, esto quiere decir que la opción de venta se encuentra at the money, esto quiere decir que las opciones de venta suben al bajar el precio del activo.

6.7.2 Análisis de la sensibilidad GAMMA de las opciones.

La Gamma es la variación teórica de la delta de una opción por cada dólar que cambie el activo subyacente. A la gamma de una opción se la conoce también como su curvatura. La gamma puede entonces interpretarse como el ritmo de aceleración o desaceleración de la delta. A continuación presentamos los gráficos de los Gamma de las Opciones de Compra y Venta.

GRAFICO 6.15

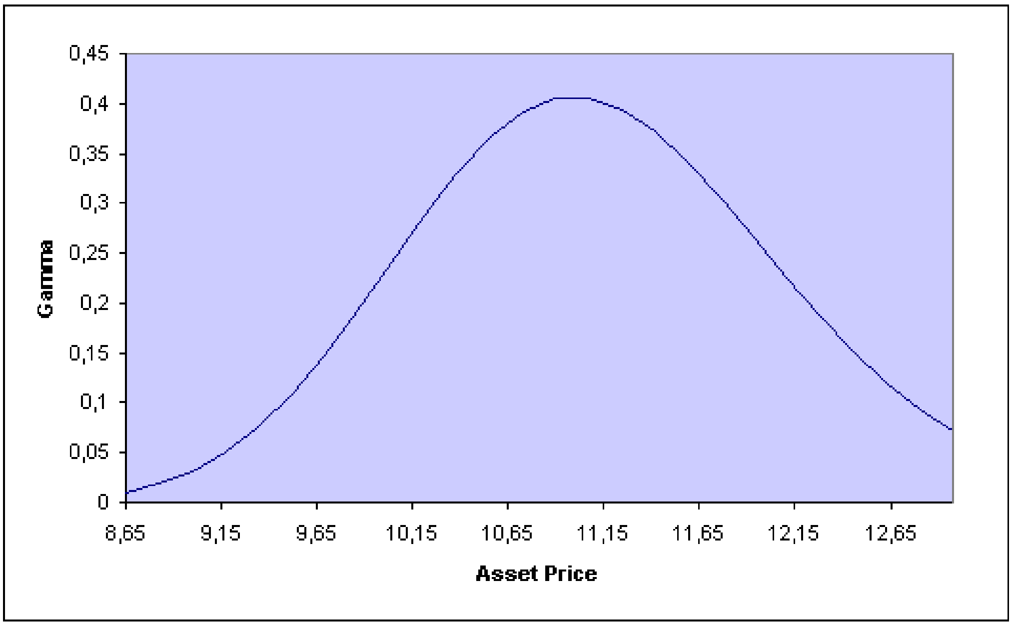
COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD GAMA VS ACTIVO SUBYACENTE EN LAS OPCIONES DE COMPRA.



En estos dos gráficos podemos observar que la gamma de la opción de compra como la de venta son iguales a $0.3996, también como la delta de la opción era $0.3908, entonces por el aumento de un centavo de dólar del activo la delta cambiará a $0.79.

GRAFICO 6.16

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD GAMA VS ACTIVO SUBYACENTE EN LAS OPCIONES DE VENTA.



6.7.3 Análisis de la sensibilidad THETA de las opciones.

Al ser las opciones un activo con vida limitada, será importante saber cuánto valor teórico va a perder una opción por cada día que pase sin que haya habido movimiento en el activo subyacente. Esta pérdida teórica por cada día que pasa se conoce como theta. El valor de theta mide la sensibilidad del precio de la opción al paso del tiempo hasta que la opción termine.

GRAFICO 6.17

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD THETA VS TIEMPO DE VENCIMIENTO EN LAS OPCIONES DE COMPRA.

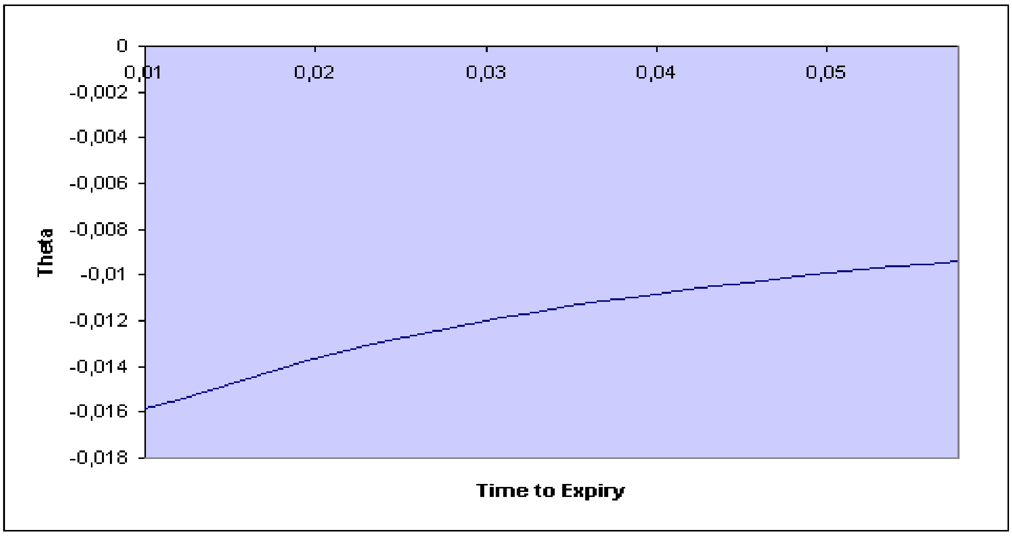
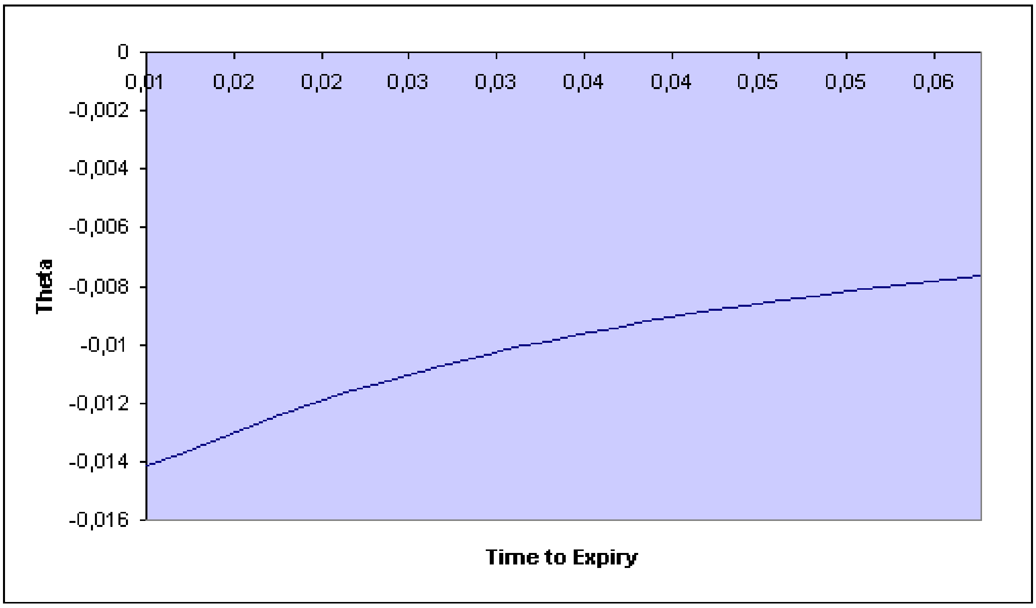


GRAFICO 6.18

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD THETA VS TIEMPO DE VENCIMIENTO EN LAS OPCIONES DE VENTA.



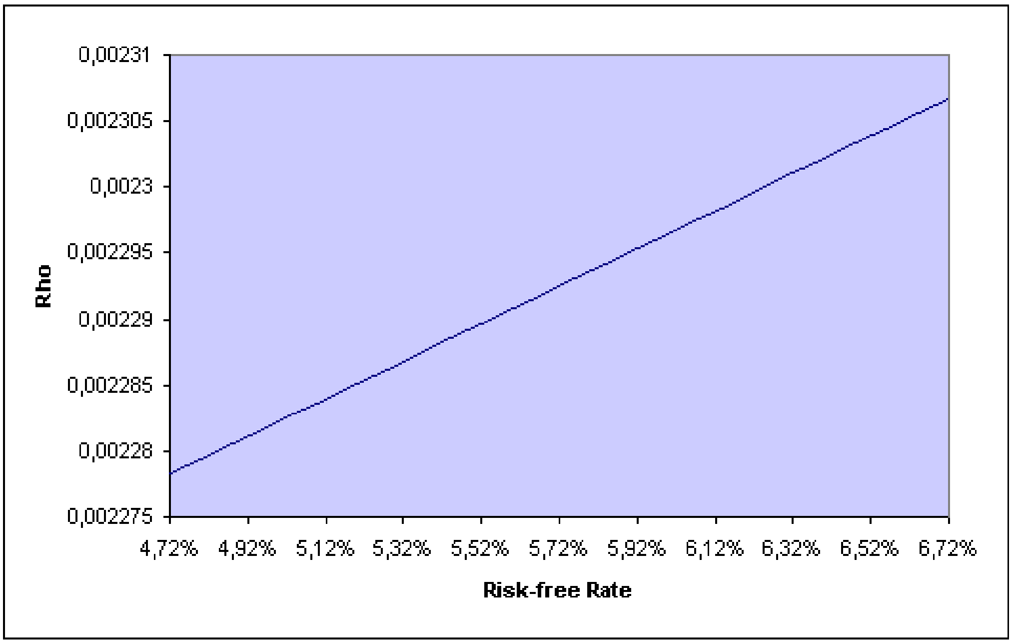
En el ejemplo de las opciones de compra el valor de theta es de –0.007, lo que quiere decir la opción perderá 0.007 en su valor teórico en cada día.

6.7.4 Análisis de la sensibilidad RHO de las opciones.

La sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés se mide por su rho. La rho es la menos importante de las sensibilidades de las opciones.

GRAFICO 6.19

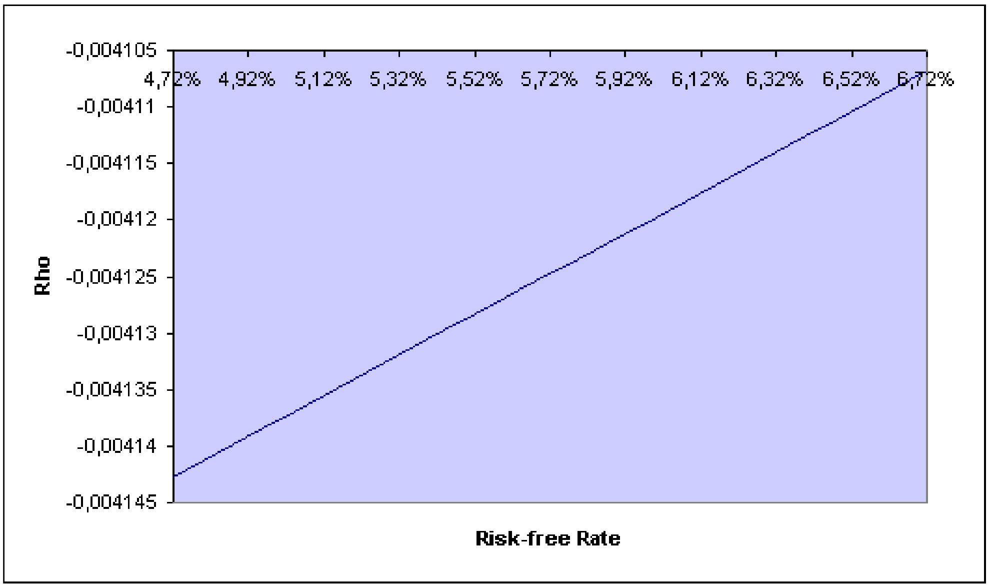
COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD RHO VS TASA LIBRE DE RIESGO EN LAS OPCIONES DE COMPRA



En nuestro ejemplo el valor de Rho en la opción de compra es 0.0022, lo que quiere decir que la opción de compra ganará según la variación en la tasa libre de riesgo.

GRAFICO 6.20

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD RHO VS TASA LIBRE DE RIESGO EN LAS OPCIONES DE VENTA.



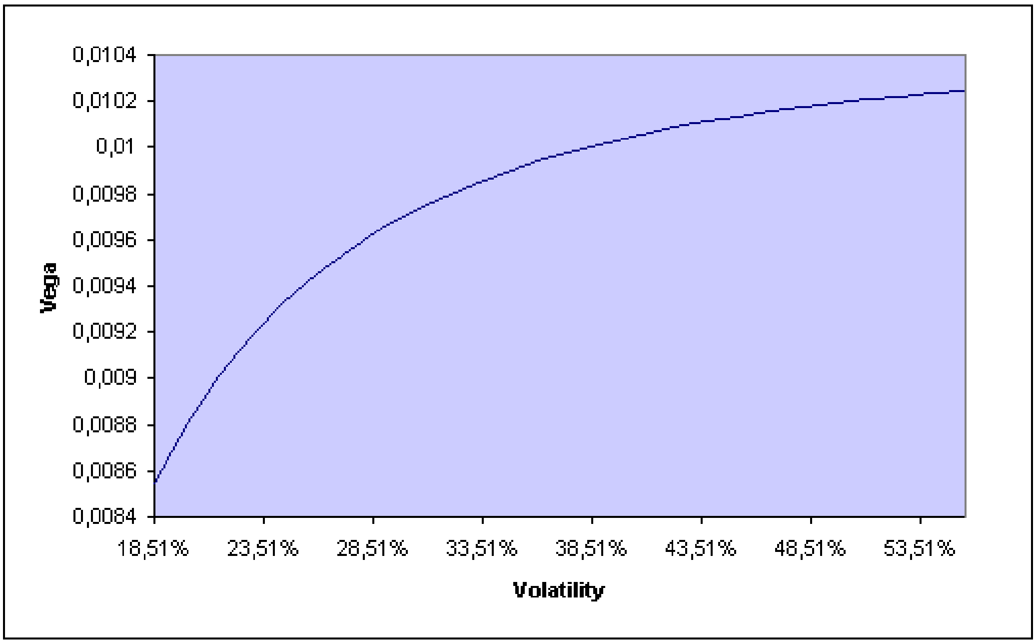
En nuestro ejemplo el valor de Rho en la opción de venta es -0.0041, lo que quiere decir que la opción de compra perderá según la variación en la tasa libre de riesgo.

6.7.6 Análisis de la sensibilidad VEGA de las opciones.

La volatilidad es un factor especialmente importante en la valoración de las opciones. La sensibilidad del valor justo de una opción a los cambios en su volatilidad teórica se mide con su vega. La vega también se conoce como Kappa, épsilon y omega.

GRAFICO 6.21

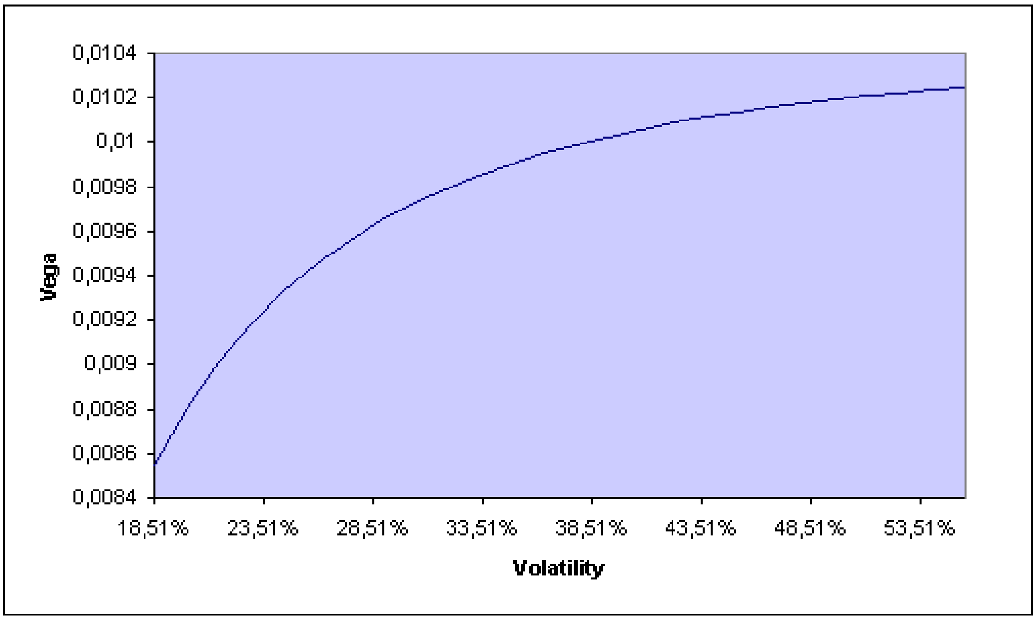
COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD VEGA VS VOLATILIDAD EN LAS OPCIONES DE COMPRA.



En el ejemplo el valor de Vega de la opción de compra y de Venta es 0.0099 lo que quiere decir que la opción de compra o de Venta perderá o ganará 0.0099 centavos de dólar por cada punto porcentual de cambio en la volatilidad.

GRAFICO 6.22

COMPORTAMIENTO GRÁFICO DE LA SENSIBILIDAD VEGA VS VOLATILIDAD EN LAS OPCIONES DE VENTA.



ANEXO I: SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LA SOYA EN EL ECUADOR (1968-2001)

Año	Superficie(Hectáreas)	Producción(TM)	Rendimiento(TM/ha)
1968	511	474	0,928
1969	511	472	0,924
1970	610	600	0,984
1971	949	1087	1,145
1972	725	847	1,168
1973	1200	1538	1,282
1974	3083	4378	1,420
1975	8980	12324	1,372
1976	11490	17200	1,497
1977	14830	19270	1,299
1978	16927	25391	1,500
1979	22233	29903	1,345
1980	24943	33549	1,345
1981	21100	33184	1,573
1982	21326	37419	1,755
1983	14400	26845	1,864
1984	24200	42847	1,771
1985	33520	60690	1,811
1986	39300	76261	1,940
1987	80942	146061	1,805
1988	72564	131338	1,810
1989	82270	153493	1,866
1990	71298	135466	1,900
1991	74500	140060	1,880
1992	79560	157529	1,980
1993	76300	139629	1,830
1994	78020	145897	1,870
1995	79490	107312	1,350
1996	32000	60800	1,900
1997	5000	6750	1,350
1998	8000	15200	1,900
1999	42100	66837	1,588
2000	53560	91741	1,713
2001	45000	77772	1,728