



# ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

Ingeniería en Estadística Informática

Valoración de “Opciones” Sobre Precios de Venta  
de Botones de Rosas Frescas Ecuatorianas en el  
Mercado Estadounidense

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentado por:

Karen Jahaira Zambrano Loor

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2003


## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y a mis padres, quienes han sabido guiarme por el camino del bien y me han apoyado a lo largo de mi vida y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron en la realización y culminación de este trabajo y en especial a la ayuda brindada por mi Director el Mat. Fernando Sandoya.

## DEDICATORIA


Dedico este trabajo en especial a Dios, mi padre celestial; a mis padres, Jorge Zambrano y Janet Loor; a mis hermanos, Johana, Cindy, y Fabián; a Juan Carlos, a todos mis familiares y amigos

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

  
\_\_\_\_\_  
ING. LUIS RODRIGUEZ  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

  
\_\_\_\_\_  
MAT. FERNANDO SANDOYA  
DIRECTOR DE TESIS

  
\_\_\_\_\_  
ING. ENRIQUE BAYOT ARAUZ  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
ING. CAROLA PINOS ULLEAURI  
VOCAL



## DECLARACIÓN EXPRESA

“ La responsabilidad del contenido de esta tesis de grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL ”

(Reglamento de graduación de la ESPOL)

  
Karen Jahaira Zambrano Lóor  
Karen Jahaira Zambrano Lóor



## RESUMEN

El presente trabajo desarrolla algunas herramientas para analizar el comportamiento de los precios de los botones de rosas de exportación y a su vez encontrar algunos precios que sirvan de referencia para la emisión de opciones de compra y venta de los mismos en el mercado estadounidense.

En el primer capítulo se analizó el comportamiento de la floricultura en Ecuador, su evolución, ventajas y desventajas, principales competidores y su demanda a nivel mundial, especialmente en el mercado Estadounidense.

En el segundo capítulo se desarrollan los conceptos básicos de los elementos de análisis financiero estocástico, así como conceptos sobre los procesos estocásticos y las ecuaciones diferenciales de Black – Scholes.

En el tercer capítulo se realiza un Análisis estadístico de los precios de exportación de los botones de rosas ecuatorianas hacia los E.E.U.U., se estimó su volatilidad y el modelo que sigue dicha volatilidad.

En el cuarto capítulo se realiza la aplicación de la teoría de Black – Scholes, a la valoración de las opciones de compra y venta de los botones de rosa en el mercado estadounidense y su respectivo análisis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
INDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VII
SIMBOLOGIA	VIII
INDICE DE FIGURAS	X
INDICE DE GRÁFICOS	XII
INDICE DE TABLAS	XV
INTRODUCCION	1
I. BREVE HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ROSAS EN EL ECUADOR	4
1.1 Historia sobre la producción de rosas en el Ecuador.....	4
1.1.1 Ventajas comparativas y competitivas del Ecuador.....	13
1.1.2 Evolución del sector productor de flores.....	15
1.1.2.1 Variedades que se comercializan.....	20
1.1.3 Principales competidores en el sector florícola en el Ecuador.....	30

1.1.4 Principales competidores del Ecuador en el sector	
Florícola a nivel mundial.....	35
1.2 Aspectos contraproducentes en la actividad socioeconómica y ambiental de la producción de flores. ....	41
1.3 La exportación de rosas ecuatorianas hacia el mercado estadounidense.....	43
1.3.1 Exigencias ambientales del mercado estadounidense para la comercialización de flores del Ecuador.....	59
1.3.1.1 Preferencias arancelarias con Estados Unidos .....	60
II. Elementos de análisis financiero estocástico	65
2.1 Conceptos básicos de las opciones financieras.....	67
2.1.1 Qué es una opción .....	67
2.1.1.1 Clasificación de las opciones .....	69
2.1.1.2 Posiciones en opciones.....	70
2.1.2 Riesgo en el contrato de opciones.....	70
2.1.3 Factores que inciden en el precio de una opción.....	72
2.1.4 Sensibilidad de las Opciones.....	81
2.1.5 Quienes son los Brokers.....	86
2.2 Los instrumentos financieros derivados.....	87
2.3 Procesos estocásticos y lema de ITO.....	93



2.3.1	Procesos Estocásticos.....	93
2.3.1.1	Procesos estocásticos estacionarios.....	95
2.3.1.2	Proceso de Wiener.....	97
2.3.1.2.1	Proceso de Wiener Generalizado.....	100
2.3.1.3	Proceso de Ito.....	100
2.3.2	Lema de Ito.....	101
2.4	Cálculo estocástico y Fórmula de Black – Scholes.....	104
2.4.1	Modelo Binomial: 2 periodos.....	105
2.4.2	Generalización a n periodos.....	107
2.4.3	Modelo de Black – Scholes.....	109
2.4.3.1	Hipótesis del modelo.....	112
2.4.3.2	Derivación de la ecuación Black – Scholes.....	114
2.4.3.3	De la distribución binomial a la distribución lognormal.....	121
III.	Análisis estadístico de los precios de exportación de los botones de rosas ecuatorianas hacia los EE.UU.....	130
3.1	Análisis univariado .....	131
3.2	Estimación de las Volatilidades y rentabilidad esperada.....	154
3.2.1	Rentabilidad Esperada.....	155
3.2.2	Volatilidad. ....	155
3.2.2.1	Estimación de la volatilidad.....	156
3.3	Modelos Garch ( $p, d, q$ ).....	159

3.3.1 Modelos autoregresivos con heterocedasticidad condicional generalizados (GARCH).....	167
3.3.2 El supuesto de normalidad.....	175
3.3.3 Errores Garch.....	176
3.3.4 Modelo GARCH (1,1).....	178
3.3.4.1 Esquema de pesos.....	181
IV. Aplicación de la teoría de Black – Scholes, a la valoración de las opciones de compra y venta de los botones de rosa en el mercado estadounidense.....	192
4.1 Las derivadas del precio de la opción .....	192
4.2 Aplicación de la teoría de Black – Scholes, a la valoración de las opciones de compra y venta.....	195
4.2.1 Cálculo de los precios de las opciones de venta y compra.....	197
4.2.2 Análisis gráfico de los precios de las opciones y sus sensibilidades con respecto a los factores que inciden en el mismo.....	206
4.2.2.1 Análisis gráfico de los precios de las opciones.....	207
4.2.2.2 Análisis gráfico de las sensibilidades de los precios de las opciones.....	217
V. Conclusiones y Recomendaciones.....	228
Anexos	
Bibliografía	

**ABREVIATURAS**

ha	Hectáreas
tm	Toneladas métricas
Vs.	Versus
LIFFE	Mercado de Opciones y Futuros Financiero Internacional de Londres
SDE	Ecuaciones derivadas estocásticas
UE	Unión Europea
GARCH	Modelo Auto Regresivo con Heterocedasticidad Condicionada
ATPA	Ley de Preferencia Comercial Andina
B.C.	Banco Central
ITC	Agencia Federal Independiente de Estados Unidos
OTC	Opciones Over the Counter
ARMA(p,r)	Modelo Autoregresivo de medias móviles.

## SIMBOLOGIA

$\frac{\partial f}{\partial S}$	Derivadas parciales
$\max (S_t - k, 0)$	Máximo entre dos valores
$S_i$	Precio del activo subyacente
$\delta(L)$	Término autoregresivo de la varianza
$\alpha(L)$	término de medias móviles
$H_0$	Hipótesis nula
$H_a$	Hipótesis alternativa
%	Porcentaje
\$	Dólar Americano
$r$	Tasa de interés libre de riesgo
$T$	Tiempo de vencimiento de la opción
$C$	Valor de una opción de compra
$P$	Valor de una opción de venta
$P(x)$	Probabilidad de la variable $x$
$\Delta$	Delta de la opción
$\Theta$	Theta de la opción
$\Gamma$	Gamma de la opción

$\Lambda$	Vega de la opción
$E[x]$	Valor esperado de la variable $x$
CALL	Opción de compra
Put	Opción de venta
$F(x)$	Función de distribución de la variable $x$
$\Pi$	Valor del portafolio de acciones
$d\Pi$	Derivada del valor del portafolio de acciones
$e$	Base del logaritmo natural
$\in$	Pertenece
$\notin$	No Pertenece
$\subseteq$	Subconjunto propio
$\alpha$	Alfa
$\sigma$	Sigma
$\Sigma$	Sumatoria de números
$\pi$	Valor Pi = 3.14
$\forall$	Para Todo
$\int$	Integral
$X_t$	Variables aleatorias
$\Delta Z$	Cambios en la variable $Z$



$\rho_k$	Autocorrelación de orden k
$\sqrt{x}$	Raíz cuadrada de x
$\varepsilon$	Epsilon
$N(d)$	Probabilidad de que en una Distribucion normal cualquier número x sea menor que d
$N(\mu, \sigma)$	Normal con media $\mu$ y varianza $\sigma^2$
$uS$	Movimiento multiplicativo al alza del precio del activo subyacente S
$dS$	Movimiento multiplicativo a la baja del precio del activo subyacente S
$C_u$	Evolución con respecto al alza del precio de la opción
$C_d$	Evolución con respecto a la baja del precio de la opción.
$n!$	Factorial de n
$\ln$	Logaritmo natural
$h_p S_U - P_u$	Valor del flujo de caja de una opción si el el valor de la acción dentro de un período asciende.



$h_{pSD} - Pd$	Valor del flujo de caja de una opción si el el valor de la acción dentro de un período desciende
$h_p$	Ratio de Cobertura
$r_f$	Rentabilidad del activo libre de riesgo
$\phi$	Fi
$\lambda$	Landa
$ \alpha $	Valor absoluto de $\alpha$
$R^2$	Estadístico que indica el poder explicativo de un modelo econométrico.



**INDICE DE FIGURAS**

	Pág.
Figura 2.1 Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio de las acciones.....	73
Figura 2.2 Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio de las acciones.....	74
Figura 2.3 Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio del ejercicio.....	75
Figura 2.4 Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio del ejercicio.....	75
Figura 2.5 Comportamiento del precio de una opción de compra con respecto a la volatilidad.....	77
Figura 2.6 Comportamiento del precio de una opción de venta con respecto a la volatilidad.....	77
Figura 2.7 Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de compra.....	78
Figura 2.8 Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de venta.....	79
Figura 2.9 Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de compra.....	80



Figura 2.10	Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de venta.....	80
Figura 2.11	Posición de compra de futuros confrontada a la posición de compra de una opción de compra.....	89
Figura 2.12	Arbol binomial de seis periodos y distribución de los precios. ....	123
Figura 2.13	El valor de la opción aumenta conforme la distribución del precio aumenta al transcurrir el tiempo.....	125
Figura 2.14	Distribución de los precios de la acción ordinaria y de los valores de la opción de venta.....	126
Figura 2.15	Distribución de los precios de la acción ordinaria y de los valores de la opción de venta de tipo europeo en el caso de dos períodos.....	129
Figura 3.1	Estadística descriptiva de los precios mensuales de los últimos cinco años de la exportaciones de rosas.....	176
Figura 3.2	Correlograma de los residuos estandarizados.....	185
Figura 3.3	Correlograma de los cuadrados de los residuos estandarizados.....	187
Figura 4.1	Pantallas del software DerivaGem – versión 1.22a.....	196

## INDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1.1 Exportaciones totales vs. Exportaciones de flores.....	6
Gráfico 1.2 Exportaciones por producto principal (1998 – 2002).....	9
Gráfico 1.3 Exportaciones de flores (1997 - 2001).....	48
Gráfico 1.4 Exportaciones por tipo de flor (tm) (1997 - 2001).....	50
Gráfico 1.5 Exportaciones por tipo de flor (miles US \$) (1997 - 2001).....	51
Gráfico 1.6 Unión Europea: Principales proveedores de flores y follaje.....	54
Gráfico 1.7 Unión Europea: Principales especies importadas.....	55
Gráfico 3.1 Variación de la cantidad de botones de rosas exportadas al mercado estadounidense (1995 – 2001).....	134
Gráfico 3.2 Variación de los precios reportados de los botones de rosas exportadas al mercado estadounidense por la empresa (1995 – 2001).....	141
Gráfico 3.3 Comportamiento trimestral del peso en kilos de las flores en general en el Ecuador ( 2000 – 2002 ).....	145
Gráfico 3.4 Comportamiento trimestral del peso en kilos de las flores en general en el Ecuador ( 2000 – 2002 ).....	148
Gráfico 3.5 Comportamiento trimestral del peso en kilos de las rosas en el Ecuador ( 2000 – 2002 ).....	150

Gráfico 3.6	Comportamiento trimestral del precio por kilos de rosas en el Ecuador ( 2000 – 2002 ).....	152
Gráfico 3.7	Secuencia gráfica del comportamiento de las volatilidades en los últimos años.....	191
Gráfico 4.1	Precio de la opción de venta vs. el precio del ejercicio.....	207
	Precio de la opción de compra vs. el precio del ejercicio.....	208
Gráfico 4.2	Precio de la opción de venta vs. el precio de las acciones.....	210
	Precio de la opción de compra vs. el precio de las acciones..	210
Gráfico 4.3	Precio de la opción de venta vs. la tasa libre de riesgo.....	212
	Precio de la opción de compra vs. la tasa libre de riesgo.....	212
Gráfico 4.4	Precio de la opción de venta vs. tiempo de vencimiento....	213
	Precio de la opción de compra vs. tiempo de vencimiento..	214
Gráfico 4.5	Precio de la opción de venta vs. la volatilidad .....	215
	Precio de la opción de compra vs. la volatilidad .....	216
Gráfico 4.6	Sensibilidad Delta del precio de la opción de venta vs. el precio de las acciones.....	219
	Sensibilidad Delta del precio de la opción de compra vs. el precio de las acciones.....	219
Gráfico 4.7	Sensibilidad Gamma del precio de la opción de venta vs. el precio de las acciones.....	221

	Sensibilidad Gamma del precio de la opción de compra vs. el precio de las acciones.....	221
Gráfico 4.8	Sensibilidad Theta del precio de la opción de venta vs. el Tiempo de vencimiento.....	223
	Sensibilidad Theta del precio de la opción de compra vs. el Tiempo de vencimiento.....	223
Gráfico 4.9	Sensibilidad Vega del precio de la opción de venta vs. la volatilidad del activo subyacente.....	224
	Sensibilidad Vega del precio de la opción de compra vs. la volatilidad del activo subyacente.....	225
Gráfico 4.10	Sensibilidad Rho del precio de la opción de venta vs. la tasa de interés libre de riesgo.....	226
	Sensibilidad Rho del precio de la opción de compra vs. la tasa de interés libre de riesgo.....	227

## INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Exportaciones totales vs. Exportaciones de flores.....	5
Tabla 1.2 Superficie provincial cultivada con flores (hectáreas) .....	18
Tabla 1.3 Exportaciones de flores (1997 - 2001) .....	47
Tabla 1.4 Exportaciones por tipo de flor (tm) (1997 - 2001).....	48
Tabla 1.5 Exportaciones por tipo de flor (miles US \$) (1997 - 2001).....	49
Tabla 1.6 Distribución de la rosa ecuatoriana al resto del mundo.....	52
Tabla 1.7 Comportamiento de las exportaciones en U.S.A.(1995 –1998)...	56
Tabla 1.8 Exportaciones de ecuador a estados unidos. Sector agropecuario (mil. dólares).....	61
Tabla 2.1 Efecto del delta de las opciones.....	83
Tabla 3.1 Estadística descriptiva de los botones de rosas por año exportados por la empresa Periodo 1995 – 2000.....	136
Tabla 3.2 Estadística descriptiva de los botones de rosas exportados por la empresa (1995-2001) .....	137
Tabla 3.3 Estadística descriptiva de los precios reportados de los botones de rosas por año exportados por la empresa. Periodo 1995 – 2000.....	143

Tabla 3.4 Estadística descriptiva de los precios reportados de los botones de rosas exportados por la empresa (1995-2001).....	144
Tabla 3.5 Estadística descriptiva del peso en kilos de las flores en general en el Ecuador (excepto rosas: 2000-2002) .....	146
Tabla 3.6 Estadística descriptiva del precio por kilo de las flores en general (Excepto rosas: 2000-2002) .....	149
Tabla 3.7 Estadística descriptiva del peso en kilos de las rosas en el Ecuador ( 2000 – 2002 ).....	151
Tabla 3.8 Estadística descriptiva del precio por kilo de rosa (2000-2002). .....	153
Tabla 4.1 Precio de opciones de venta para botones de rosas.....	198
Tabla 4.2 Precio de opciones de compra para botones de rosas.....	202

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la manera en que las personas o entidades que participan de los mercados financieros, fijan precios y cubren con opciones determinados bienes o productos es muy importante. Los inversores particulares llevan a cabo actualmente el 20 por ciento de las transacciones en opciones sobre acciones en el LIFFE ( Mercado de Opciones y Futuros Financiero Internacional de Londres), mientras que en los Estados Unidos y en Europa, se lleva a cabo el 70 – 80 por ciento de las operaciones de este tipo.

Los inversores normalmente compran opciones de compra para especular, sirviéndose de su bajo coste inicial y de su elevado efecto de apalancamiento (gearing) para conseguir unos beneficios potenciales muy elevados. No es raro obtener ganancias de 200 – 300 por ciento en cuestión de semanas a partir de una inversión determinada.

En este trabajo se trata de encontrar estrategias para fijar precios que sirva de referencia para la emisión de opciones de compra y venta de botones de rosas frescas en el mercado estadounidense, ya que dentro de los cultivos agrícolas no tradicionales de exportación en nuestro país, las

flores han ocupado el primer lugar durante los últimos diez años, especialmente las rosas.

El problema radica en determinar un precio básico para la venta de la rosa que sea atractivo al cliente y al mismo tiempo beneficiario para que no perjudique la economía de la empresa, que el cliente se sienta satisfecho y no estafado con el precio. Así mismo que se garantice un precio estable para todo el año. Actualmente este precio se basa más en datos históricos que en un verdadero estudio de oportunidades.

La exportación de botones de rosas y la determinación del precio que se ofrecerá al mercado estadounidense es de vital importancia debido a las grandes diferencias que se producen en los precios en ciertos meses del año en los que se celebran fechas especiales como el día de San Valentín, Semana Santa, el día de las Madres, Navidad, estos entre los más destacados, tomando en consideración que para cada fecha prima un color diferente y además los exóticos e infinitos adornos que se pueden elaborar a partir de las rosas, dando como resultado una alta y muy variada demanda de los botones de rosas frescas y a la vez los precios aumentan de tal manera que muchas veces alcanzan cinco veces más el precio que se expende en fechas normales, mientras que en otros meses existe una baja



demanda, obligando a los exportadores e importadores de rosas frescas que bajen sus precios llegando a ofrecer su producto a precios muy inferiores.

Para la realización de este trabajo se tratarán con opciones de compra (call) y venta (put), utilizando métodos de valoración óptima de las diferentes clases de opciones que existen en los mercados financieros como el método de las ecuaciones diferenciales estocásticas de Black Scholes, esta técnica desarrollada por Fisher Black y Mirón Scholes se ha considerado como un gran descubrimiento que ayuda a desarrollar en gran medida la teoría de la valoración de opciones, cuyo objetivo es determinar como influyen ciertas variables que alteran el coste de una opción, también se hará uso de la volatilidad, que muestra la variación que existe en las utilidades de las acciones que determinan su buen o mal estado, es decir es una medida del movimiento del precio de una acción durante un tiempo dado.

# CAPITULO 1

## 1. BREVE HISTORIA DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ROSAS EN EL ECUADOR

### Historia sobre la producción de rosas en el Ecuador

Aproximadamente en el año 1982 la Floricultura formaba parte de una actividad totalmente nueva y desconocida para el Ecuador. Desde entonces surge el objetivo de satisfacer tanto la demanda local y al mismo tiempo ingresar al mercado estadounidense. La floricultura produjo un cambio en las exportaciones que realizaba el Ecuador, ya que estas se basaban principalmente en el petróleo y el banano, también desplazó a productos netamente tradicionales como el café y el cacao. En la tabla # 1.1 se muestra la evolución de las exportaciones de flores y su crecimiento porcentual para los últimos años.

Tabla # 1.1

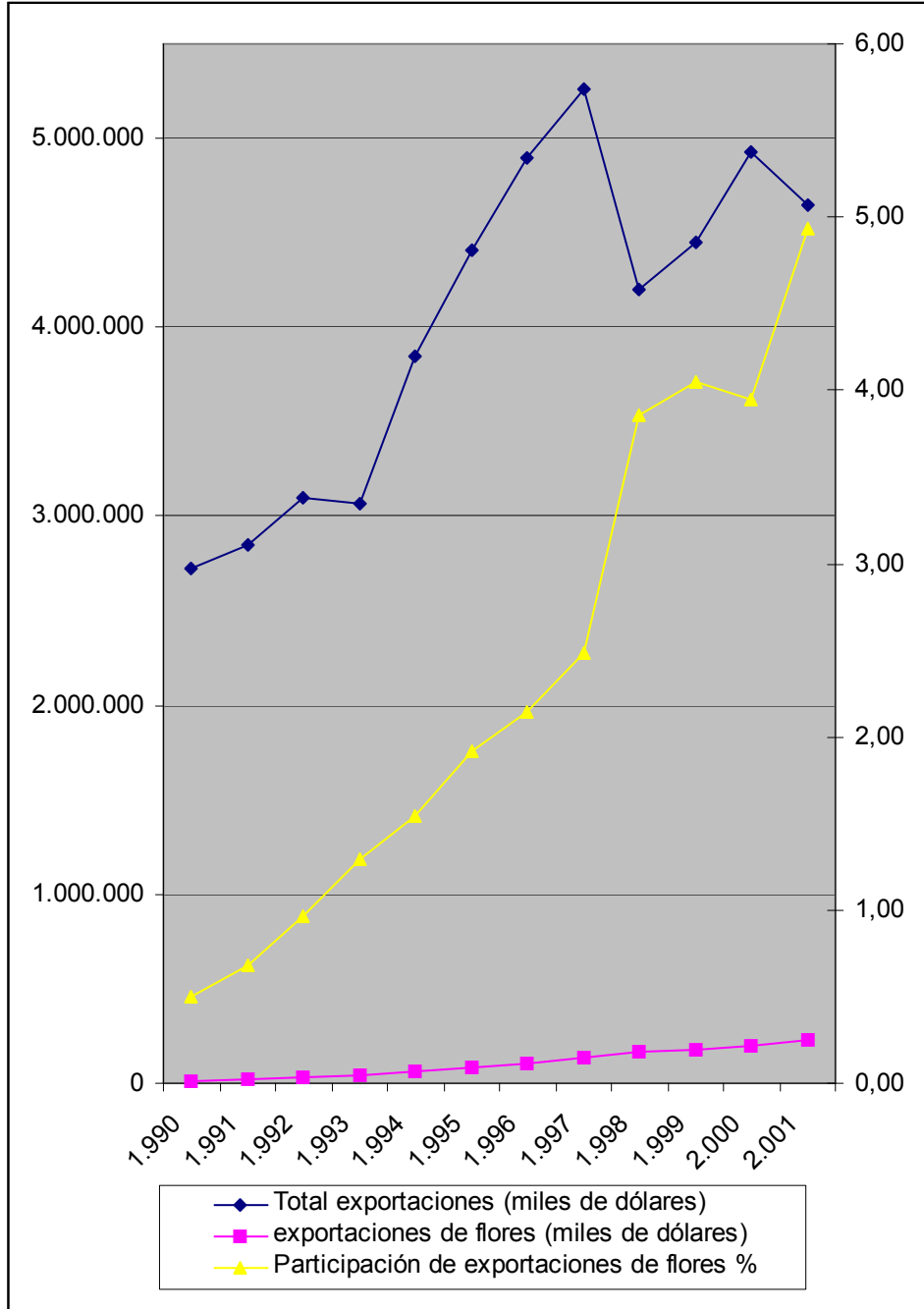
## Exportaciones totales vs. Exportaciones de flores

Periodo	Total exportaciones (miles de dólares)	Exportaciones de flores (miles de dólares)	Participación de exportaciones de flores %
1.990	2.724.133	13.598	0,50
1.991	2.851.013	19.247	0,68
1.992	3.101.527	29.936	0,97
1.993	3.065.615	39.575	1,29
1.994	3.842.683	59.164	1,54
1.995	4.411.224	84.326	1,91
1.996	4.900.058	104.804	2,14
1.997	5.264.363	131.010	2,49
1.998	4.203.049	161.962	3,85
1.999	4.451.084	180.400	4,05
2.000	4.926.627	194.650	3,95
2.001	4.647.492	229.279	4,93
2002*	1.849.551	89.138	4,82
* Cifras hasta mayo del 2002			

Fuente: Boletín mensual estadístico Banco Central del Ecuador.  
Exportaciones por producto principal

Gráfico # 1.1

Exportaciones totales vs. Exportaciones de flores



EL sector florícola aporta a los ingresos nacionales por exportaciones no petroleras con el 15%, alrededor de US\$ 800 millones al año<sup>1</sup>.

Algunos problemas surgieron cuando se inició la floricultura en nuestro país, debido a que el cultivo de flores es diferente a la agricultura tradicional, constituyendo una industria altamente tecnificada, donde la mano de obra tiene un papel muy importante para el desarrollo del mismo. Entre los problemas que se presentaron se encuentran la falta de mano de obra calificada, infraestructura para flores, insumos, tecnología, además no se contaba con aviones de carga para realizar exportaciones al exterior, etc.

La incursión en este sector es una actividad económica que ha dado un gran cambio a la economía del Ecuador en la última década. A pesar de que los inversionistas internacionales son los mayores beneficiarios de las utilidades de esta actividad, no se puede negar

---

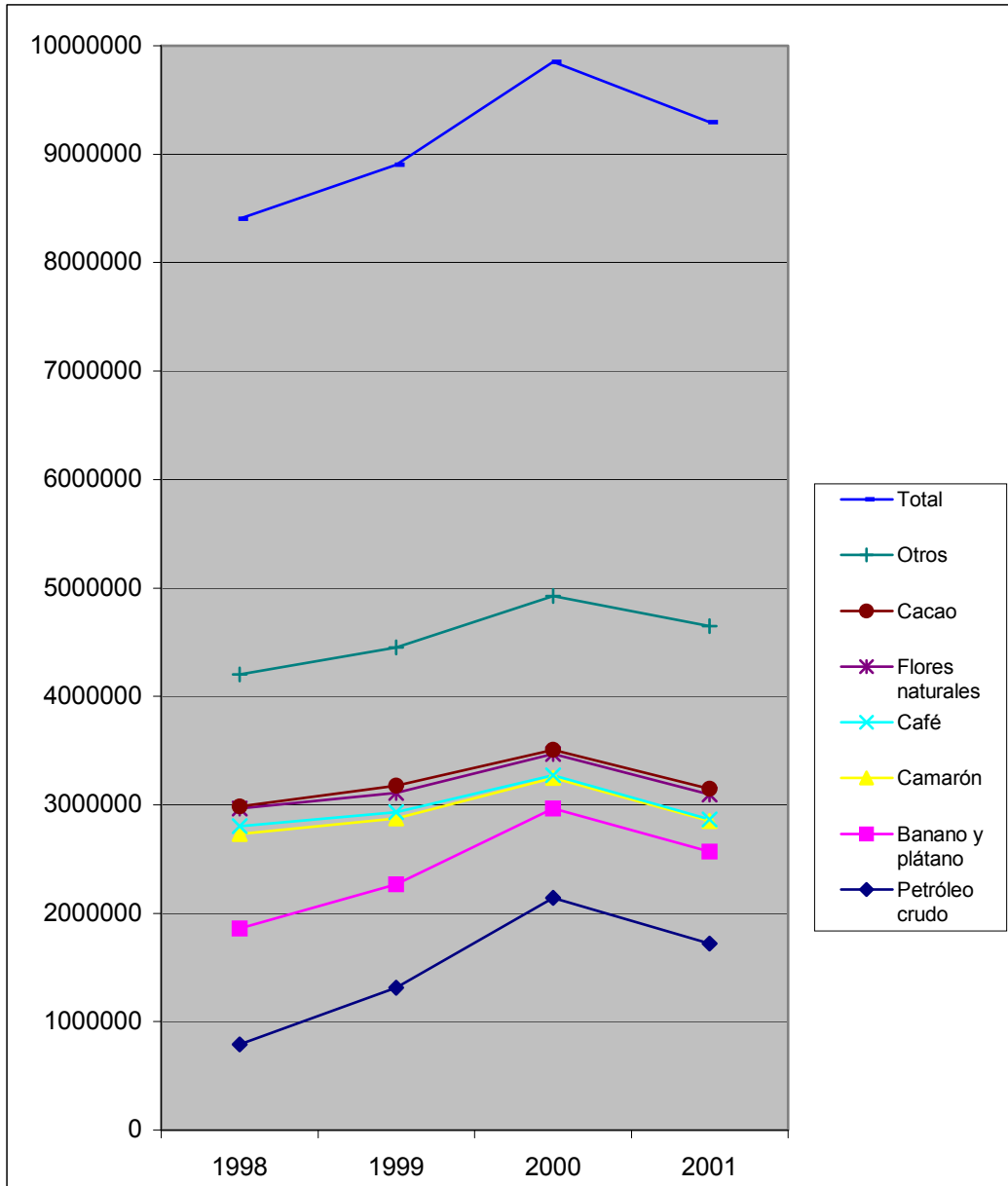
<sup>1</sup> El Financiero, Periódico Ecuatoriano, 13 de mayo del 2002

que la floricultura ecuatoriana ha servido de mucha ayuda para los diferentes sectores de producción, generando prosperidad económica, creando fuentes de trabajo, pudiendo con esto detener en gran parte la emigración campesina a las ciudades, y en su lugar, atrae a una notable cantidad de mano obra desocupada y joven del resto del país.

Pese a todo esto, el sector florícola del Ecuador, es considerado como el sector de más rápido desarrollo en el mundo, ubicándolo como el cuarto mayor exportador de flores a nivel mundial y el segundo proveedor para Estados Unidos. En el año del 2001 representó un 4.93% del valor FOB exportado del país.

En el anexo 1 se muestra como han evolucionado las exportaciones de los principales rubros exportables, para los últimos 5 años.

**Gráfico # 1.2**  
**Exportaciones por producto principal**  
**(1998 – 2002)**



Entre los 50 productos agroindustriales más exportados por volumen en el 2000 y 2001, podemos observar que las flores en general, ocupan el quinto lugar (ver anexo 2).

Hay varias historias sobre el porqué de la importancia de las flores, por ejemplo en el siglo VI A.C., el famoso poeta lírico Anacreonte de Grecia, cantaba que el curativo bálsamo de rosas servía de alivio al corazón que latía agonizante por las penas.

De acuerdo con el farmacólogo del siglo XVII, N. Culpeper, “los pétalos secos de la rosa roja, en tintura o en polvo, ayudan a aliviar las menstruaciones abundantes, la hematemesis y otras formas de hemorragia. Las infusiones de rosas en vino, alivian los dolores de cabeza, dientes, ojos, oídos, garganta y encías. También curan el dolor del abdomen y del útero”

Los poderes curativos de esta flor eran también ampliamente conocidos en Asia. En el más antiguo y conocido Libro Chino de Plantas Medicinales, las rosas eran consideradas como “efectivas contra la hidropesía y la constipación”.



En años más recientes, según nuestra investigación, se ha comprobado que la flor del rosal, contiene vitaminas A, C y P y posee efectos medicinales, como son el alivio del estrés, producido por la fatiga, la tensión en los hombros, el insomnio, el dolor de estómago y el nerviosismo. Y, además de todos sus efectos medicinales, un bouquet de rosas puede, ciertamente, brindar sosiego en un duro día de estrés y hacer la vida de las personas (sobre todo las de las mujeres) mucho más luminosa.

Resulta fácil de entender que, tan pronto la encantadora esencia de la rosa se hizo ampliamente conocida, se dió inicio a numerosos intentos para preservarla. Desde la era de los romanos hasta el presente, todo tipo de esfuerzo ha sido hecho para exudar la fragancia de la flor. La primera tentativa exitosa consistió en hacer un preparado de esencia de rosas, remojando los pétalos en agua, a fin de transferir la esencia al líquido.

En algún momento durante este proceso, tal vez, por una exposición accidental a la luz del sol, la temperatura del envase se elevó más allá de lo usual. Para sorpresa de todos, el calor precipitó su contenido de

aceite e hizo que, parte de éste, saliera a la superficie. Este hecho casual se convirtió en el origen del aceite de rosas, el cual producía una esencia mucho más fuerte y duradera que la del agua de la misma flor.

Las técnicas en la elaboración de perfumes mejoraron drásticamente con la invención y el empleo del alcohol. En los monasterios del siglo XVII, el alcohol era elaborado mediante la destilación del vino. La gente descubrió que aceites esenciales de alta pureza podían ser obtenidos de las flores, exudándolas con alcohol.

Hoy en día, los perfumes se elaboran mezclando entre 100 y 700 tipos diferentes de esencias. Los tipos de esencias mezclados, al igual que su composición, son secretos de marca. “White Rose Natural” (Rosa Blanca Natural) es una de las fragancias de rosas representativas de Shiseido.

El Jazmín ha sido llamado el Rey, y la Rosa, la Reina de las numerosas flores que exudan aceites esenciales. A diferencia del

jasmín, cuyo fuerte aroma es muy apreciado por algunas personas, pero rechazado por otras, el de la rosa disfruta de una popularidad unánime. Se mezcla naturalmente con la mayoría de las esencias, contribuyendo a crear la fragancia de preferencia individual.

Existe una diferencia sustancial entre la esencia de las rosas que ahora crecen en los parques y los jardines, y la de las fragantes rosas de Bulgaria, Turquía, Francia y Marruecos, cultivadas para obtener sus aceites esenciales. En contraste con las rosas de esencia, que poseen una nota sofocante, las rosas modernas ofrecen una nota dulce y suave, al igual que una nota refrescante, similar a una violeta verde.

### **1.1.1 Ventajas comparativas y competitivas del Ecuador**

Entre las ventajas comparativas y competitivas que tiene nuestro país para la exportación de las rosas se pueden citar las siguientes: Factores climáticos, excelente luminosidad permanente durante todo el año y la altura de los suelos donde se cultiva la rosa, lo que asegura

una mayor calidad de la flor por el tamaño del botón, y además una reducción en el período de crecimiento de la planta y la alta calidad de los suelos ecuatorianos; Mano de obra barata, gran capacidad técnica para adaptar a las condiciones nacionales la tecnología existente, con esto se logra reducir "tiempos y esperas" como también de procesos, al igual que los costos de producción, introducción de fincas pequeñas, nuevas, por medio de empresas grandes ya establecidas, con el beneficio para las pequeñas de ingresar a nuevos mercados y para las grandes el porcentaje de intermediación correspondiente, venta directa al mercado final, sin intermediación, mediante un mejoramiento de los departamentos de comercialización de las florícolas, diversificación de la producción exportable, ampliando la oferta a flores de verano y las muy cotizadas flores tropicales, integración gremial con gran preocupación por la colocación de la oferta exportable, lo que ayuda a la apertura de nuevos mercados de destino para la flor ecuatoriana, existe una gran aceptación del producto por los clientes y la integración con comercializadores y brokers que se encargan de la venta en el exterior.

### **1.1.2 Evolución del sector productor de flores**

En 1990 el Ecuador tenía una superficie cultivada de 286 hectáreas de flores, para 1997 se sobrepasaron las 2000 hectáreas, lo que significa que hay al menos 200 empresas en el sector de las empresas florícolas. De 1990 a 1999 el monto de exportación en nuestro país, creció a una tasa promedio anual superior al 20%, llegando a fines del 98 a las 3.208 hectáreas cultivadas con un crecimiento de 43%, en comparación con el año de 1997.

El sector floricultor ha invertido fuertemente en nuevas plantaciones, tecnologías de invernaderos y adquisición de nuevas variedades. La inversión total llega alrededor de 810 millones de dólares, aproximadamente \$600.000 dólares cada dos hectáreas. La inversión que se necesita para la implementación de la plantación de dos hectáreas de rosas se la puede observar en el anexo 3.

La rentabilidad por hectárea fue de \$ 45.000 dólares en 1990, \$72.000 en 1995 y 53.000 en 1998, y al mismo tiempo trajo como

consecuencia la generación de empleo para alrededor de 60.000 personas, campesinos principalmente, donde el 60% de las personas lo constituyen mujeres.

Hay una gran cantidad de empresas que se dedican a la actividad florícola de las cuales la mayor parte de éstas, están asociadas a la Asociación de Productores y Exportadores de Flores<sup>2</sup>, que fue creada en 1988, cuyo objetivo es aunar esfuerzos de los floricultores para defender su posición en los mercados internacionales de flores y buscar el desarrollo integral de esta actividad en el país en diferentes aspectos. En 1988 aparecieron 20 empresas dedicadas a la floricultura que se asociaron a esta entidad y en 1998 llegaron a ser aproximadamente 250, las mismas que estaban distribuidas en las provincias del Azuay, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Guayas, Imbabura, Loja y Pichincha.

---

<sup>2</sup> EXPOFLORES, Revista Ecuatoriana de Floricultura, N° 6, p. 8.

En la provincia de Pichincha se encuentra aproximadamente el 68% de hectáreas que se dedican a la producción de flores, las cuales están repartidas en localidades como Tabacundo, Cayambe, El Quinche, Checa, Tumbaco, Pedro Moncayo, Rumiñahui, Puembo y Azcáubi, entre las principales. También tenemos la provincia del Guayas que está incrementando el desarrollo del sector florícola, el cual se dirige al mercado europeo con la exportación de flores tropicales.

En la tabla # 1.2 se muestran la superficie provincial cultivada de flores en las diferentes provincias del Ecuador, con su respectivo porcentaje y el incremento del año 2000 al 2001.

**Tabla # 1.2**  
**SUPERFICIE PROVINCIAL CULTIVADA CON FLORES**  
**(hectáreas)**

	1997	1998	1999	2000	2001		INCREMENTO 2000 A 2001	
					HA	%	HAS.	%
PICHINCHA	1.571	1.833	1.893	1.985	2.106	65,64	121	6,11
CANTONES:								
Quito	556	666	679	729	785	24,47	56	7,68
Cayambe	456	486	495	517	549	17,13	32	6,27
Pedro Moncayo	389	473	509	513	546	17,00	33	6,34
Rumiñahui	119	124	125	127	130	4,04	3	1,97
Mejía	40	74	76	88	86	2,68	-2	-2,39
P.V. Maldonado	11	11	11	11	11	0,33	0	0,00
COTOPAXI	321	428	442	479	524	16,33	45	9,40
AZUAY	114	156	157	182	194	6,05	12	6,70
GUAYAS	116	134	139	139	144	4,49	5	3,60
IMBABURA	88	113	123	136	166	5,17	30	21,98
CAÑAR	16	16	21	21	29	0,90	8	38,46
CHIMBORAZO	8	13	13	17	17	0,51	0	0,00
LOJA	8	8	8	8	8	0,25	0	0,00
CARCHI		-	8	11	21	0,65	10	90,91
TOTAL	2.241	2.700	2.803	2.977	3.208	100,00	231	7,77

FUENTE: EXPOFLORES-BANCO CENTRAL DEL ECUADOR



Se ha observado que el crecimiento de la demanda mundial de flores va a un ritmo menor que el de la oferta mundial, por lo que se considera necesario que el número de empresas del sector se planifique con mucha responsabilidad para evitar las consecuencias que podrían producirse en los precios con una sobreoferta.

Entre los tipos de rosas más utilizados en el campo florícola por su resistencia a plagas y enfermedades, buena adaptabilidad a suelos y un marcado vigor tanto en su zona radicular como en follaje, se encuentra la variedad Natal Brier, que es una variedad de patrón de rosas, muy vigoroso comparándolo con Canina y Manetti; dicha variedad está siendo muy utilizada en Holanda, porque se tiene una buena producción en invierno. Esta variedad se obtiene por medio de propagación vegetativa y se enraíza bajo nebulización, con previo tratamiento de la hormona IBA (ácido indol butírico).

### 1.1.2.1 Variedades que se comercializan

En los últimos años del desarrollo de la floricultura ecuatoriana, el mercado mundial de flores ha considerado y catalogado a las rosas del Ecuador como las más bellas del mundo. Esta concepción hace que las rosas ecuatorianas se comercialicen a altos precios y sobretodo que capten una fuerte demanda en el mercado mundial.

Entre las variedades de flores que produce el Ecuador se encuentran las siguientes categorías: Rosas, Gypsophillas, Follaje, Claveles y Mini claveles, Flores tropicales y de verano.

**Rosas.-** El clima, la altura, temperatura y la luminosidad necesaria para la producción de rosas que existe en nuestro país dan como resultado características inigualables de color y durabilidad en las rosas que las hacen muy superiores a las producidas por otros países. Entre las variedades más vendidas tenemos las Black Magic, Sonia, Jacaranda, Anna, Royalty, Belle Rouge, entre otras.

***Gypsophilia.***- Está considerada como la segunda variedad más importante de flor cortada en el Ecuador. Su cultivo ostenta una gran calidad ya sea en producción bajo invernadero o al aire libre.

***Follaje.***- Se cultiva principalmente en zonas cálidas, y la mayor parte de su producción se lleva a cabo en la provincia del Guayas.

***Claveles y Mini claveles.***- La longitud del tallo y rigidez son muy importantes, sobretodo para los claveles; En el caso de los mini claveles, no se requiere un tallo muy rígido, pero si que contenga el mayor número de botones abiertos por tallo.

***Flores Tropicales.***- Una de las oportunidades de nuestro país respecto a este tipo de flores, son las grandes zonas tropicales y subtropicales que posee, muchas de las especies son nativas del país, especialmente de la región Oriental y de la Costa, esto hace que las flores tropicales tengan una alta demanda.

***Flores de Verano.***- Agrupan varios tipos de flores que son muy demandadas por Estados Unidos, Canadá y parte de Europa, principalmente para la elaboración de arreglos florales.

El tipo de flores que se analizarán en este estudio son las Rosas, debido a la participación que han tenido y tienen en la economía del país, ya que del total del volumen de flores exportado ha experimentado un crecimiento desde 1994 en el cual ocupaba un 55.2%, hasta 1999 que representaba el 69%<sup>3</sup>. No obstante, hay que tomar en cuenta que en la última feria internacional, por ejemplo, fue una “Gipsofilia” o también llamada “million star” ecuatoriana la ganadora del primer premio, de manera que ya no solo somos conocidos por una gran calidad de rosa sino por otras variedades. Frente a esto se sigue insistiendo que el flete sigue siendo uno de los “talones de Aquiles” de la productividad florícola ecuatoriana, puesto que hasta el 13 de mayo del 2002 se seguía pagando \$ 1.25 por kilo en la ruta Quito – Miami, cuando desde Bogotá, se paga sólo 60 centavos de dólar<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Fuente: BCE. Exportaciones en 1999

<sup>4</sup> El Financiero, Periódico Ecuatoriano, 13 de mayo del 2002

Las rosas se diferencian por el tamaño del botón, número de pétalos, color del botón, tipos de rosas y durabilidad. Entre los tipos de rosas que exporta el Ecuador se tienen:

***Black Magic.***- de color rojo, la forma del botón es rojo oscuro aterciopelado, tamaño del botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 36, vida en florero 13 días.

***Charlotte.***- de color Rojo, la forma del botón es Rojo Brillante Terciopelo, tamaño del botón 5.5 - 6.0 cm, número de pétalos 23, vida en florero 14 días.

***Forever Young.***- de color rojo, la forma del botón es el clásico rojo innovado, tamaño de botón 6.5 - 7.5 cm., número de pétalos 40, vida en florero 18 días.

***Nicole.***- bicolor, la forma del botón es el mejor de los bicolores blanco-rojo, de botón muy grande, blanco en el exterior y rojo en el interior, tamaño de botón 6.5 - 7.5 cm., número de pétalos 54, vida en florero 15 días.

**Leonidas.-** bicolor, la forma del botón es crema en el exterior del pétalo y terracota en su interior, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 25, vida en florero 14 días.

**Lipstick.-** bicolor, la forma del botón es Amarillo con bordes rojo labial, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 30, vida en florero 12 días.

**Konfetty.-** bicolor, el botón es Amarillo con bordes rojos, tamaño de botón 6.0- 6.5 cm., número de pétalos 30, vida en florero 16 días.

**Fancy Amazone.-** bicolor, el botón es un matizado que inicia en el rosado oscuro hasta el rosa-amarillo, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 39, vida en florero 12 días.

**Circus.-** bicolor, el botón es el nuevo amarillo fuerte con bordes rojo intenso, tamaño de botón 5.0 - 5.5 cm., número de pétalos 42, vida en florero 15 días.

**Ambiance.-** bicolor, el botón es amarillo pálido con bordes rojos de botón muy grande, tamaño de botón 6.0 - 7.0 cm., número de pétalos 40, vida en florero 12 días.

**Raphaela.-** bicolor, el botón es fresa claro con bordes rosado intenso, tamaño de botón 7.0 - 8.0 cm., número de pétalos 18, vida en florero 16 días.

**Ravel.-** de color rosado, el botón es un intenso rosado cereza, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 30, vida en florero 14 días.

**Vogue.-** bicolor, el botón es un rosado claro con bordes rosado intenso, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 36, vida en florero 13 días.

**Titanic.-** rosado, botón grande de color rosado claro, tamaño de botón 6.5 - 7.5 cm., número de pétalos 38, vida en florero 10 días.

**Miracle.-** de color naranja, el botón es mandarina brillante en su interior y naranja pálido en el exterior, tamaño de botón 5.5 a 6.0 cm., número de pétalos 30, vida en florero 12 días.

**Movie Star.-** de color naranja, el botón es un enorme y hermoso botón naranja mate, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 34, vida en florero 12 días.

**Orange Unique.-** de color naranja, el botón es naranja pálido mate con un hermoso follaje, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 20, vida en florero 12 días.

**Tropical Amazone.-** de color naranja, el botón es un delicado naranja claro, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 36, vida en florero 12 días.

**Pekcoubó.-** de color rosado, el botón es el clásico rosado antiguo con fragancia, tamaño de botón 6.0 - 7.0 cm., número de pétalos 38, vida en florero 12 días.



**Anna.-** de color rosado, el botón es rosado claro de gran botón, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm, número de pétalos 33, vida en florero 12 días.

**Rouge Baiser.-** de color rojo, el botón es el elegante rojo oscuro, tamaño de botón 6.5 - 7.0 cm., número de pétalos 35, vida en florero 11 días.

**Classy.-** es de color rojo, el botón es el clásico rojo, tamaño de botón 6.0 - 7.0 cm., número de pétalos 44, Vida en florero 15 días.

**Preference.-** es de color rojo, el botón es un hermoso rojo-vino claro, tamaño de botón 6.5 - 7.5 cm., número de pétalos 34, vida en florero 12 días.

**Gypsy Curiosa.-** bicolor, el botón es una extraña combinación entre ocre y melón nervaduras rojas, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 34, vida en florero 16 días.

**Virginia.-** de color blanco, el botón es un enorme y hermoso botón blanco, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 36, vida en florero 12 días.

**Vendela.-** de color blanco, el botón es el nuevo blanco marfil-porcelana, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm. , número de pétalos 36, vida en florero 14 días.

**Belle Perle.-** bicolor, el botón es un crema hermoso con los primeros pétalos exteriores con un pincelado bronce, tamaño de botón 6.0 - 7.0 cm., número de pétalos 33, vida en florero 14 días.

**Akito.-** de color blanco, el botón es el auténtico blanco puro, tamaño de botón 5.0 - 5.5 cm., número de pétalos 36, vida en florero 12 días.

**Helio.-** bicolor, el botón es amarillo puro con bordes rojo oscuro, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 30, vida en florero 12 días.

**Gold Strike.-** de color Amarillo, el botón es amarillo limón, al abrir se torna amarillo intenso, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 40, vida en florero 14 días.

**Aalsmeer Gold.-** de color amarillo, el botón Amarillo dorado puro con ocasionales pinceladas rojas, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 35, vida en florero 16 días.

**Queensday.-** de color naranja, el botón es grande, naranja pálido matizado, tamaño de botón 5.5 - 6.5 cm., número de pétalos 28, vida en florero 12 días.

**Sahara.-** de color crema, el botón es de color arena del desierto, muy especial, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 44, vida en florero 12 días.

**Versilia.-** de color crema, el botón es el auténtico color salmón, tamaño de botón 6.0 - 6.5 cm., número de pétalos 34, vida en florero 16 días.

**Delilah.-** de color malva, el botón es el exclusivo lavanda con una elegante apertura, tamaño de botón 5.5 - 6.0 cm., número de pétalos 22, vida en florero 14 días.

### **1.1.3 Principales competidores en el sector florícola en el Ecuador**

En el Ecuador hay algunas organizaciones que se dedican al sector florícola, entre estas se pueden citar: Bella Rosa, Loveroses S. A., Efandina.

**Bellarosa,** inició en 1996, su plantación de rosas en el Ecuador. Empezó a producir sus primeras rosas en agosto de 1997, está situada en Tabacundo, a una hora de Quito, en un valle rodeado de volcanes y a una altitud de 2.950 m.(9.350 pies). Obtuvo el F.L.P. (Flower Label Program de Alemania) en abril de 1998.

Las condiciones para el cultivo de rosas con las que cuenta Bellarosa son: suelo volcánico fértil, 12 horas de luminosidad solar y un clima moderado constante. Ofrece una selección de 35 variedades de rosas. Todas sus plantas provienen de los principales obtentores del mundo.

Las rosas que ofrece son:

- De color rojo: Black Magic, Forever Young, con longitud de 60 a 90 cm, Charlotte, 60 a 80 cm, Rouge baiser, con longitud de 70 a 90 cm., Classy, con longitud de 50 a 80 cm., Preference, con longitud de 50 a 90 cm.
- De color rosado: Ravel, Titanic, Peckoubo con longitud de 70 a 90 cm., Anna, largos que produce 60 a 90 cm.
- De color crema: Sahara, con longitud de 40 a 60 cm., Versilia, con longitud de 60 a 90 cm.
- Bicolor: Nicole, Leonidas, Circus, Gypsy curiosa, Helio, con longitud de 40 a 60 cm., Lipstick, Raphaela, Belle perle con longitud de 60 a 90 cm., Konfetty, con longitud de 50 a 90 cm., Fancy Amazone, con longitud de 60 a 80 cm., Ambiance, largos que produce 50 a 70 cm., Vogue, con longitud de 50 a 80 cm.

- De color naranja: Miracle, Queensday, con longitud de 50 a 80 cm, Movie star, largos que produce 70 a 90 cm., Orange unique, con longitud de 50 a 70 cm., Tropical Amazone, largos que produce 40 a 60 cm.
- De color blanco: Virginia, con longitud de 60 a 90 cm., Vendela, con longitud de 50 a 80 cm., Akito, con longitud de 40 a 60 cm.
- De color amarillo: Gold strike, con longitud de 50 a 80 cm., Aalsmeer Gold, con longitud de 60 a 80 cm.,
- De color malva: Delilah, con longitud de 60 a 80 cm.,

**Loveroses S.A.** es una empresa ecuatoriana que se dedica a la producción y exportación de flores frescas hacia los mercados mundiales.

Uno de sus principios es provocar el menor impacto ambiental posible en el desarrollo de sus actividades, proyectarse al mercado internacional como una empresa que respeta el medio ambiente y las regulaciones establecidas en las leyes vigentes.

Cuenta con tres centros de producción, uno de ellos se encuentra ubicado bajo el nevado Cotopaxi y tiene 120 hectáreas de plantaciones de flores, es decir 296 acres.

Entre las variedades de rosas que ofrece por colores se encuentran:

- Novelty: Acapulco, Betina, Blue Bird, Blue curiosa, Candia, Leonidas, Pailine, con longitud de 40 y 50 cm, Ambiance, Aphrodita, Blue Bell, Fire and Ice, Harmoni, Konfetti, Raphaela, Vendela, Vogue con long. de 50 y 60 cm, Carnaval, Fancy Amazone, Gypsy Curiosa, Sensation, y Terracota con longitud de 40, 50 y 60 cm, Exótica, Laguna, Limona y Start 2000 con longitud de 60cm, y Soutine con longitud de 50 cm.
- Peach Roses: Ariana, Indian Femma, Tímeles, y Versilia con longitud de 50 y 60 cm, y Maikee y Osiana con longitud de 60 cm.
- Pink Roses: Anna, Menphis, Movie Star, Peckcoubo, y Vanity con longitud de 60 cm, Galaxi, Livia, Marian, Rossini, Verónica y Vivaldi con longitud de 50 y 60 cm, Pavarotti con longitud de 40, 50 y 60 cm y Ravel con longitud de 40, 50 cm.

- Red Roses: Belle Rouge, Black Magic, Carola, Charlotte, Classy, Gran Gala, Madame Delbard con longitud de 60 cm, First Red, Red Success, Red Velvet, Royaltie, Top Red con longitud de 50 y 60 cm, y Preference con longitud de 40 y 50 cm.
- White Roses: Hollywood con longitud de 50 y 60 cm, y Polo, Tineke, Virginia con longitud de 60 cm.
- Yellow Roses: Sahara con longitud de 40, 50 y 60 cm, Aalsmeer Gold, Sari con longitud de 50 y 60 cm, Judy u Skyline con longitud de 60 cm.

**EFANDINA Cia.Ltda.,** Inicia sus actividades en 1998 y sus primeras rosas se produjeron en octubre del mismo año. La finca se encuentra situada en el valle de Lasso, a una hora de Quito, rodeado de volcanes, a los pies del Volcán Cotopaxi y a una altitud de 3.000 metros.

Sus instalaciones se encuentran ubicadas en un sector ideal para obtener rosas de calidad, suelo volcánico debidamente tratado para el



cultivo, muchas horas de luminosidad solar y un clima moderado muy poco variable en las diferentes épocas del año.

Entre los tipos de rosas que ofrece se encuentran: Aalsmeer, Belle, Anna Clasy, Elza, Fanny, Golda, Kleopatra, Limona, Moviestar, Raphaela, Donna, Pekcoubo, Rouge, Soutine, Star 2000, Virginia, Versilia y Vogue.

#### **1.1.4 Principales competidores del Ecuador en el sector florícola a nivel mundial**

El comercio de flores a nivel internacional es muy amplio y competitivo. Los países europeos y en especial Holanda son los que tienen un mayor consumo de flores, se ha notado también que los países que tienen un bajo consumo en éste sector se han dedicado a la floricultura como una oportunidad de incrementar sus ingresos a través de las exportaciones. Existen aproximadamente 80 países que exportan flores frescas.

El mercado de flores cortadas en el mundo crece a un promedio del 12% anual. La entrada de nuevos participantes internacionales como Kenya, Zimbawe, Uganda y otros países africanos que han incursionado también en la producción de rosas de exportación han ocasionado que la oferta mundial crezca de forma acelerada con respecto a la demanda, lo que ha producido una baja en los precios de las rosas frescas a nivel mundial. Cabe recalcar que la competencia del Ecuador con otros países es muy fuerte y esto se debe a las ventajas competitivas, principalmente por la facilidad de desarrollar o adquirir tecnología lo que trae como consecuencia la reducción de sus costos de producción y amplían sus beneficios.

Entre sus competidores tenemos: Holanda, Alemania e Italia en Europa; Colombia que es el principal competidor en el mercado de la exportación de las rosas para Ecuador a nivel mundial, Canadá, México y Costa Rica en América.

Para la inversión y financiamiento del sector florícola, en 1999 Colombia se encontraba a una ventaja de 6 veces a 1 para poder otorgar créditos con respecto al Ecuador, ya que las Carteras

comerciales y de consumo en Colombia son mayores que las carteras hipotecarias, y en Ecuador se da la situación contraria, predomina las carteras hipotecarios sobre las carteras comerciales, esto significa que el crédito en el Ecuador se destina en mayor cantidad a la producción con garantías hipotecarias y menos a las de comercialización o de mercadeo<sup>5</sup>, que implicaría la desventaja para conseguir algún tipo de financiamiento por parte de organizaciones internacionales.

En 1998, el Ecuador ocupaba el cuarto lugar entre los mayores exportadores de flores con ventas que representan el 4% del mercado, desplazando a Kenia que tenía un 3% de las exportaciones totales. Holanda y Colombia se han mantenido con su participación en el mercado, mientras que Israel aumentó de un 4.3% a un 7% del total de exportaciones mundiales de flores. Además que en 1999 el Ecuador bajó de puesto, pasando a ser el quinto exportador de flores en el mundo, segundo exportador de Estados Unidos y quinto exportador a la Unión Europea.

---

<sup>5</sup> Fuente: Base de datos Superintendencia de Bancos, Ecuador y Colombia.

Por otro lado, la falta de adquisición de los Royalties por parte de las empresas nacionales facilitan a que éstas puedan vender a precios más bajos.

La no adquisición de Royalties tiene dos efectos: 1) reduce los costos de las rosas, pudiendo ofrecerse a menor precio y dañando el mercado como consecuencia, y 2) la defensa de las empresas nacionales que sí han adquirido los Royalties que pueden defenderse de las acusaciones de dumping, principalmente realizadas por los productores estadounidenses.

Otro de los factores que perjudican las entradas generadas por la exportación de rosas son los productos sustitutos, esto se debe a que el mercado se mueve constantemente y quienes son ágiles han encontrado nichos de mercado que todavía no han sido abastecidos. Como es el caso de San Valentín, principal fecha para la exportación de rosas, una empresa vanguardista norteamericana lanzó al mercado una rosa de seda de la India, que era una imitación perfecta de la rosa natural, con la gran ventaja de que no muere nunca y a un precio muy accesible. Es por eso que no es posible

"dormirse en los laureles", el éxito alcanzado por nuestras rosas puede verse mermado debido al trabajo ineficiente en la apertura de nuevos mercados.

Otro factor que atenta contra la competitividad de la rosa ecuatoriana continúa siendo las altas tasas de interés, ya que el 18 y 20% que cobran las instituciones financieras, son extremadamente altas, restando competencia con todo el mundo. En cuanto a la aplicación del denominado "Draw Back" o devolución de impuestos para los exportadores como aliciente del Gobierno a quienes generan divisas por exportación, según afirma el Presidente de Expoflores<sup>6</sup>, que han encontrado varios problemas en su aplicación como los formalismos y formulismos que hay que cumplir, lo cual resulta absolutamente impráctico. Se habla de un 5% pero primero hay que dar una garantía real o bancaria o el dinero en efectivo sobre los impuestos que le van a devolver, en consecuencia, no tiene sentido.

---

<sup>6</sup> El Financiero, Periódico Ecuatoriano, 13 de mayo del 2002

Las actividades primarias que se deben seguir en el proceso de la formación de las rosas son: Formación del cultivo, manejo y cosecha, sustentabilidad ambiental, post-cosecha y embalaje, comercialización y ventas y servicios post-venta.

En ciertas instalaciones florícolas las rosas una vez cosechadas son sometidas inmediatamente a procesos de hidratación en soluciones especialmente especificadas para obtener una larga duración en florero, sanas y vigorosas, luego pasan a un cuarto frío donde permanecen un tiempo determinado para lograr calidad y durabilidad de la rosa . Un buen manejo de estas actividades lograrán calidad de la rosa, buen apalancamiento financiero, personal técnico calificado, buena relación con proveedores, manejo estable y sobretodo buen manejo del portafolio de clientes, de esta manera se distribuye el riesgo.

## **1.2 Aspectos contraproducentes en la actividad socioeconómica y ambiental de la producción de flores.**

De la misma forma en que la floricultura como actividad económica ha mejorado la economía del país en la última década, se han estudiado y analizado casos en que la producción de flores posee aspectos negativos sociales y ecológicos, de manera que estos perjudican al medio ambiente. Entre los que se pueden citar tenemos los siguientes:

- Problemas de salud para trabajadores y poblaciones cercanas. Por la situación en que tienen que trabajar (malas posturas), por la exposición a ruidos, radiaciones solares, químicos agrícolas, altas temperaturas, humedad, todos estos factores provocan enfermedades. La mayoría de los herbicidas son de baja toxicidad aunque la exposición prolongada pueda producir efectos severos en los humanos produciendo estupor, somnolencia, náuseas, vómito, convulsiones. Los pesticidas organoclorados son neurotóxicos, algunos muy tóxicos, con  $DL_{50}$  menores a 100 mg/kg. Los síntomas de intoxicación incluyen dolor de cabeza, mareos, náusea, vómito,

tembladeras y convulsiones; son cancerígenos. Los carbamatos también inhiben la enzima acetil colinesterasa y por lo tanto su toxicidad es similar a los organofosforados.

- Mano de obra intensiva subvalorada. Los salarios para la mano de obra que se dedica a actividades agrícolas en general son muy bajos y además están diferenciados por sexo, encontrándose en los menores estándares salariales las mujeres.
  
- Alto consumo de agua
  
- Contaminación de suelo y agua por uso indiscriminado de plaguicidas, en ocasiones el uso intensivo e irracional de todos los recursos naturales traen consecuencias muchas veces irreversibles a mediano o largo plazo en el ecosistema natural de éstas zonas florícolas debido al uso de agroquímicos como fertilizantes químicos y plaguicidas que ayudan a tener una rápida y excelente producción de rosas pero a la vez que desgastan y contaminan el suelo y las fuentes de agua del sector, provocando también efectos nocivos para los trabajadores y la sociedad en general. Las diferentes densidades en un cultivo de flores comparten un espacio físico y constituyen una comunidad biológica que interactúan entre ellas. El uso de plaguicidas



va a alterar estas relaciones y causar impacto ambiental. La actividad agrícola requiere el uso de fungicidas, bactericidas, insecticidas, nematocidas, acaricidas, roenticidas y otros plaguicidas. Los peligros asociados con los plaguicidas son entre otros: a).- La baja biodegradabilidad hace que su toxicidad, persista largo tiempo en el medio ambiente, especialmente los clorados y los fosforados con peligro de que lo absorba el organismo humano. b).- posibilidad de que percolen hasta los acuíferos que pueden servir como agua de consumo humano. c).- crean resistencia a las plagas, lo que hace necesario aumentar frecuencias de aplicación. d).- destrucción del control biológico y entomopatógenos. e).- resurgimiento de plagas ya tratadas y de nuevas plagas y f).- afectan la polinización

### **1.3 La exportación de rosas ecuatorianas hacia el mercado estadounidense.**

En la década de los noventa, se registró una expansión agresiva de la industria de rosas en el Ecuador. La desintegración de la antigua Unión Soviética y la iniciación de una economía de libre mercado determinaron un fuerte crecimiento de la demanda de rosas

grandes por parte de los nuevos empresarios. Los precios competitivos de esas rosas posibilitaron que los nuevos mercados absorbieran cada vez más la creciente producción, lo que ayudó a sostener los precios mundiales de las rosas y a mantener las ganancias financieras para los inversionistas en niveles muy aceptables.

Las operaciones de cultivos de rosas continúan creciendo y su producción se encuentra dirigida en dirección de los mercados tradicionales de Europa y América del Norte, provocando la caída de los precios internacionales de tal modo que a fines del siglo XX, los precios de las rosas en el mercado mundial no pueden sostener de forma provechosa a muchos de sus cultivadores.

La evolución de la exportación de rosas hacia Estados Unidos y Europa es primordial al momento de comparar cifras, sobre todo el primer trimestre del 2002, cuando hechos como el día de San Valentín y el día de la mujer determinan una fuerte demanda desde aquellos dos mercados. Una prueba de ello es que en la época de San Valentín, calculada desde el 27 de enero al 10 de febrero del 2002, se exportaron 532.440 cajas y el crecimiento fue del 2.64% en

comparación con la misma fecha en el 2001. No obstante, del 21 de febrero al 5 de marzo del 2002, época donde se espera mejorar cifras de exportación por el día de la mujer el total de cajas exportadas hacia Europa alcanzó las 62.532, obteniendo un crecimiento del 0.28%; es decir sin llegar siquiera al 1% de recuperación en comparación con el 2001<sup>7</sup>.

Durante el periodo de 1990 – 1996, la exportación ecuatoriana de flores registró un crecimiento promedio anual en volumen de exportación del 45.5%, mientras que en el siguiente año el volumen de las exportaciones cayó en un 30%, pese a esto los ingresos no se vieron afectados, ya que a pesar de la disminución de ventas el incremento de los precios en los mercados ruso y norteamericano para el año de 1997 hicieron posible recibir un 24% más de ingresos en dólares por venta de flores para ese año. En 1996 el Ecuador exportó 27.57 toneladas métricas de flores, aproximadamente 16 toneladas métricas fueron de rosas, representando 656 hectáreas de producción y una exportación valorada en 51'000 000 de dólares.

---

<sup>7</sup> El Financiero, Periódico Ecuatoriano, 15 de abril del 2002

La producción de patrones de rosas se convierte en uno de los aspectos importantes en este campo.

Para el periodo de 1990 a 1999 los ingresos por exportaciones han mantenido un crecimiento constante de 34% anual en promedio, aun cuando los tres últimos años presentó una disminución en el número de toneladas comercializadas en relación con el año 1996, en el cual se vendieron tan solo a Rusia 6.768 toneladas de rosas y 33.205 toneladas de flores a Estados Unidos<sup>8</sup>.

También la recuperación en el precio de las flores en el mercado estadounidense tanto para rosas y claveles y demás flores han provocado que nuestras ventas en dólares se mantengan a un nivel de crecimiento similar al de años anteriores.

Las exportaciones de flores en el año 2000 alcanzaron un total en toneladas métricas de 78.790, que equivalen a \$193.848, mientras que en el año 2001 se presentó una baja del 14.09% menos en las exportaciones, estas fueron de 67.688 TM, pero sin embargo en miles

---

<sup>8</sup> Fuente: Información estadística BCE. Exportaciones por partida NANDINA por año y por país.

de dólares se percibió un aumento del 8.63% con respecto al año anterior es decir \$210.585 dólares, del total de estas exportaciones

las rosas frescas tuvieron una participación del 66.71% con 46.503 toneladas métricas en el 2000, que en miles de dólares equivalen a \$135.405 dólares, y para el 2001 tuvo una variación de menos 2.90%, es decir 45.153 TM, reflejando un incremento en miles de dólares del 7.65% más que en el 2002, es decir de \$145.764 dólares<sup>9</sup>.

**Tabla# 1.3**  
**Exportaciones de flores**  
**(1997 - 2001)**

AÑO	1997	1998	1999	2000	2001		▲%
%						▲	2000- 2001
EXPORTACIONES:							
TM	45.925	57.724	60.908	78.790	67.688	-11.10	-14,0
FOB (MILES DOL)	130257	160.952	179.858	193.848	210.585	16.737	8,63

FUENTE: EXPOFLORES-BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

<sup>9</sup> Fuente: Expoflores-Banco Central del Ecuador

Gráfico # 1.3

## Exportaciones de flores (1997 - 2001)

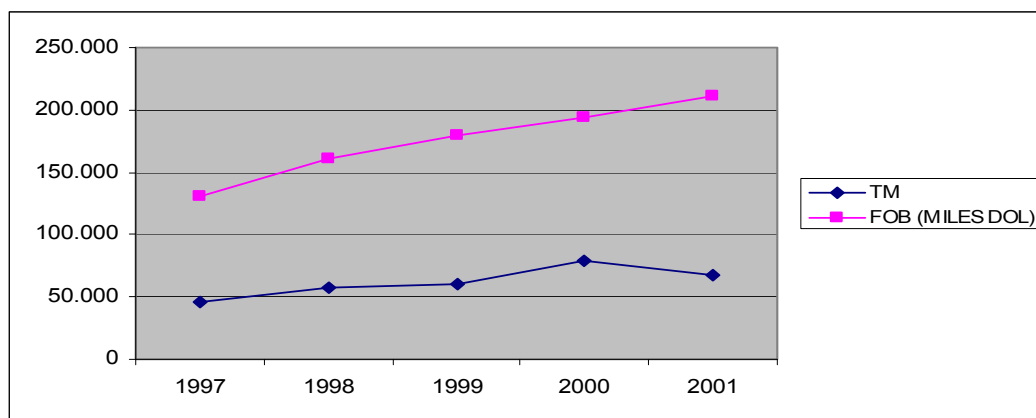


Tabla # 1.4

## Exportaciones por tipo de flor (tm)

(1997 - 2001)

AÑO	1997	1998	1999	2000	2001			▲%
%						%	▲	2000-2001
ROSAS	29.104	37.783	38.043	46.503	45.153	66,71	-1.35	-2,9
GYPSOPHILIA	7.843	10.079	8.567	9.081	9.989	14,76	908	10
CLAVELES	1.512	1.523	2.100	1.326	1.004	1,48	-322	-24,27
POMPONES	289	371	315	334	367	0,54	33	10
CRISANTEMOS	432	402	2.072	344	265	0,39	-79	-22,98
OTROS	6.744	7.567	9.811	21.202	10.910	16,12	-10.2	-48,54
TOTAL	45.925	57.724	60.908	78.790	67.688	100	-11.1	-14,09

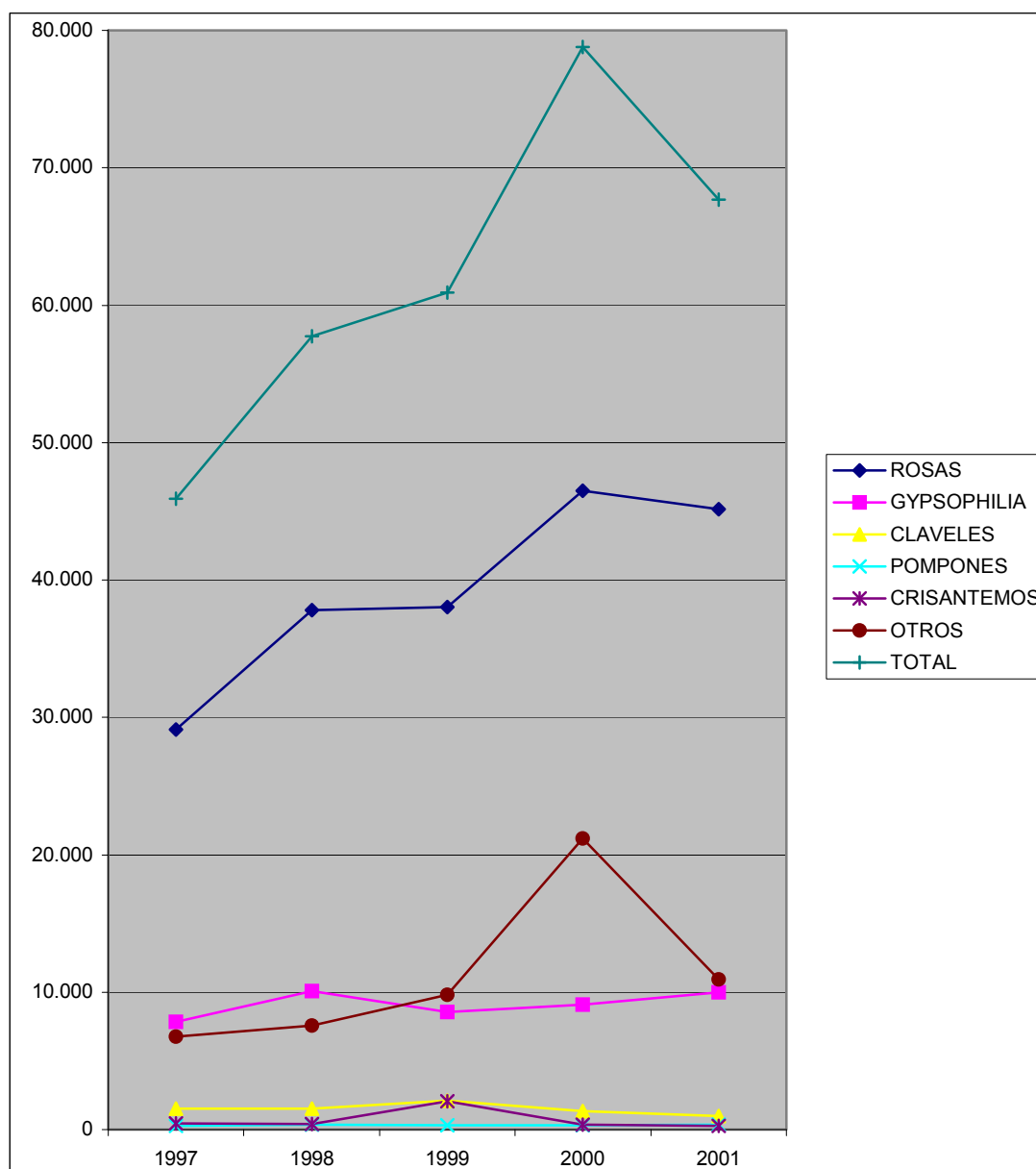
FUENTE: EXPOFLORES-BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

**Tabla # 1.5**  
**Exportaciones por tipo de flor (miles us \$)**  
**(1997 - 2001)**

AÑO	1997	1998	1999	2000	2001			▲%
%						%	▲	2000- 2001
ROSAS	89.641	111.953	124.023	135.405	145.764	69,22	10.35	7,65
GYPSOP.	22.116	28.441	24.175	26.593	28.188	13,39	1.596	6
CLAVELES	2.854	3.779	5.045	2.927	2.735	1,3	-193	-6,59
OMPONES	504	648	551	606	642	0,3	36	6
CRISANT.	766	730	474	754	529	0,25	-226	-
OTROS	14.376	15.400	25.589	27.563	32.727	15,54	5.16	18,74
TOTAL	130.257	160.952	179.858	193.848	210.585	100	16.7	8,63

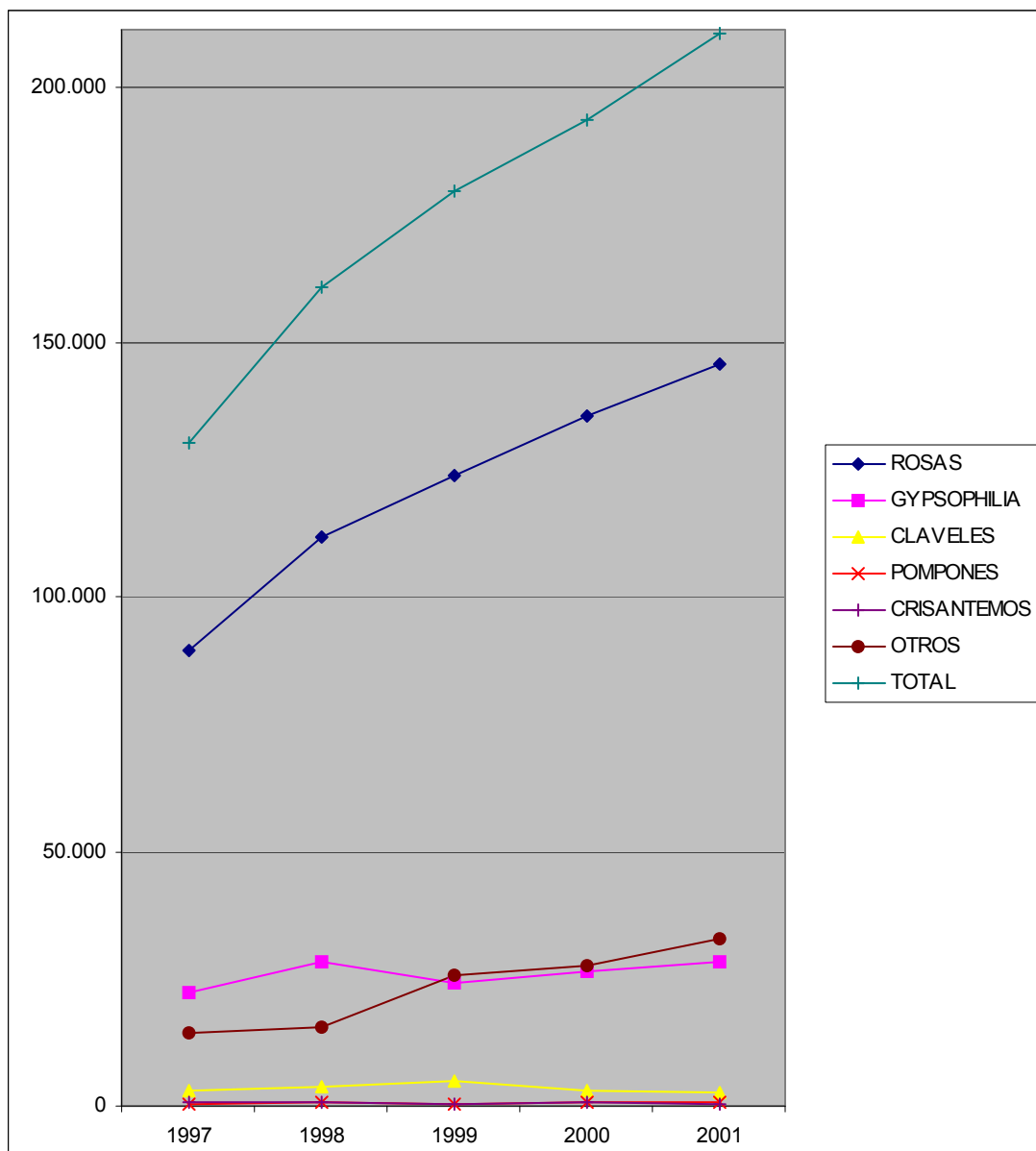
FUENTE: EXPOFLORES-BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

**Gráfico # 1.4**  
**Exportaciones por tipo de flor (tm)**  
**(1997 - 2001)**





**Gráfico # 1.5**  
**EXPORTACIONES POR TIPO DE FLOR (MILES US \$)**  
**(1997 - 2001)**



El mercado mundial de flores está valorado en US\$ 49 mil millones anuales y la Unión Europea se constituye como uno de los principales productores, importadores y consumidores en el mundo. A pesar de que las rosas, los claveles y los crisantemos aún dominan la preferencia mundial y representan cerca del 70% de la demanda, las flores tropicales exóticas han empezado a ganar terreno en la preferencia de los consumidores, especialmente los europeos. Actualmente la distribución de rosas ecuatoriana es la siguiente<sup>10</sup>:

**Tabla # 1.6**

**Distribución de la rosa ecuatoriana al resto del mundo**

Estados Unidos	72.40%
Resto del mundo	10.1%
Holanda	7.5%
Rusia	5.14%
Alemania	3.3%
Italia	1.3%

---

<sup>10</sup> El Financiero, Periódico Ecuatoriano, 13 de mayo del 2002

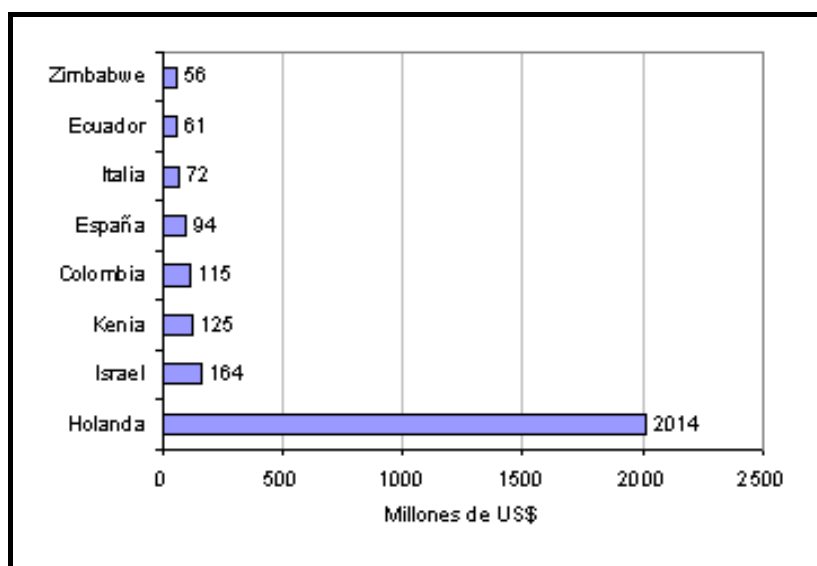
La Unión Europea es un gran productor de flores en el ámbito mundial, principalmente Holanda, cuya producción anual ronda los US\$ 4 billones; le siguen en importancia Italia, Alemania, Francia y España. En esta región, las exportaciones de flores en términos de volumen alcanzan los 2 millones de toneladas, siendo Holanda el principal exportador de la Unión Europea pues representa un 85% de las exportaciones totales.

Sin embargo, la Unión Europea también es el principal importador mundial de flores y follaje, alcanzando anualmente un monto de más de US\$ 3 billones. El principal importador es Alemania (33%), seguido por el Reino Unido (18%), Francia (14%) y Holanda (14%).

Del total de importaciones de flores que realizan los países de la Unión Europea (UE), solo el 23% se importa de terceros países (países fuera de la UE). Holanda lidera las compras de flores y follaje fuera de la UE con un 52% del total importado, sin embargo, gran parte de esas importaciones son reexportadas a otros países de la UE, principalmente a Alemania. El segundo gran importador es el Reino Unido (16%), seguido por Alemania (13%) e Italia (6%).

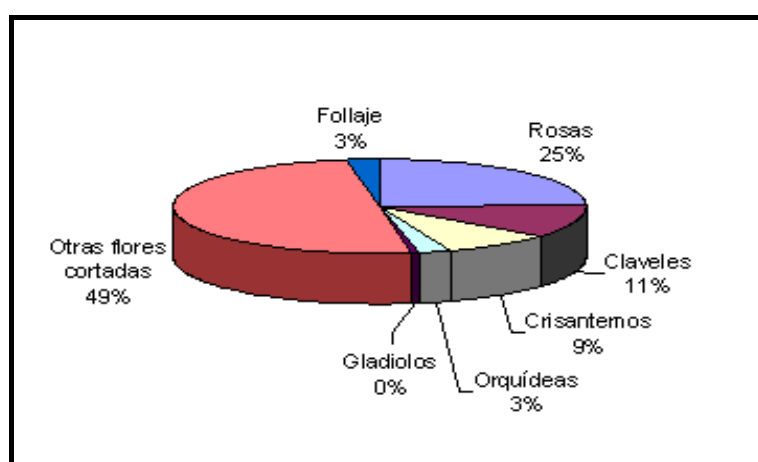
Gráfico # 1.6

## Unión Europea: Principales proveedores de flores y follaje



Fuente: Eurostat, 1999

Las especies de flores cortadas más importantes que compran en el extranjero los países de la Unión Europea son las rosas, los claveles y los crisantemos. El follaje representa únicamente el 3% de las importaciones totales que realiza la UE de flores y es Alemania el principal comprador. Las principales especies de follaje importadas son helechos de la familia asparagus, hedera, arachniodes adiantiformis, eucalipto y ruscus.

**Gráfico # 1.7****Unión Europea: Principales especies importadas**

Fuente: Eurostat, 1999

En lo que respecta a Estados Unidos capta aproximadamente el 70% del volumen total de las exportaciones del sector floricultor ecuatoriano. La importancia de éste país como consumidor de flores frescas, radica en que su producción de flores en general es estacional y en los meses de invierno carece de abastecimiento propio, para lo cual debe recurrir a las importaciones de flores, ya que hay una fuerte demanda en este mercado que necesita ser satisfecha.

**Tabla # 1.7**  
**Comportamiento de las exportaciones en U.S.A.**  
**(1995 – 1998)**

	1995	1996	1997	1998
COLOMBIA	62,80%	64,04%	60,43%	58,70%
ECUADOR	9,87%	11,92%	14,03%	14,67%
HOLANDA	11,96%	10,30%	10,38%	11,26%
MÉXICO	4,56%	3,35%	3,97%	4,10%
COSTA RICA	2,93%	2,85%	3,02%	3,09%
CANADA	1,46%	1,75%	2,50%	2,53%
GUATEMALA	1,44%	1,32%	1,34%	1,20%
ISRAEL	0,59%	0,59%	0,64%	0,73%
TAILANDA	0,90%	0,73%	0,63%	0,48%
OTROS	3,49%	3,15%	3,06%	3,24%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fuente: U.S. department of commerce

Otro punto que favorece a la exportación de botones de rosas frescas del Ecuador hacia el mercado estadounidense es que la producción

florícola americana está concentrada en el cultivo de gladiolos los mismos que representan un 40% del total de hectáreas sembradas en este país, le siguen las rosas con el 5.2% y los crisantemos con 2.3% entre los más importantes<sup>11</sup>. Como se puede ver un pequeño porcentaje de la producción de rosas americanas no abastece la demanda que se genera en el país, por lo que se ven obligados a importar rosas frescas de otros países, lo que favorece a nuestro país. Además gran parte de la producción de Estados Unidos carece de calidad y sus precios son muy competitivos con respecto a los precios de los países exportadores de rosas como Ecuador, Colombia y Canadá, por lo que estos reemplazan la demanda interna de dicho país.

El mercado estadounidense ocupa un segundo lugar entre los mayores compradores de flores a nivel mundial, esto se debe a que su consumo per capita es alto y porque es un mercado sumamente grande con un importante número de consumidores y con una producción local que no abastece las necesidades de los compradores en todo el año, lo cual es una gran ventaja para los exportadores,

---

<sup>11</sup> Fuente: AIPH – Union Fleurs.

como nuestro país. En los años de 1992 a 1995 el valor de sus compras de flores en el exterior ha crecido alrededor del 54%, a la vez que representaban un 16.8% en el mercado mundial.

Nuestro principal competidor es Colombia, se dice que Estados Unidos es el mercado natural de las flores colombianas, con una participación que en 1995 se encontraba en el 77.6%, para pasar en 1998 a ocupar el 81% con un crecimiento promedio anual de ventas en ese país del 1.7%. Sin embargo el Ecuador ha incrementado sus ventas a Estados Unidos en un 236% durante el periodo del 94 al 98. De este porcentaje, para 1998 el 64% de las importaciones de flores provenientes del Ecuador estuvieron conformadas por rosas mientras que un 5% por claveles, por otro lado de las compras de origen colombiano el 32% fueron rosas y el 36% claveles, con esto se demuestra que la preferencia del mercado estadounidense por las rosas son las ecuatorianas, mientras que en los claveles son los colombianos.



### **1.3.1 Exigencias ambientales del mercado estadounidense para la comercialización de flores del Ecuador.**

Los países desarrollados y en general el comercio exterior cada vez se vuelve más exigente, esperando que el producto que ellos importen de los países que le proveen ciertos productos entre los que se encuentran los botones de rosas frescas sean de excelencia. Para esto han creído necesario establecer criterios para otorgar dichas acreditaciones a los productos importados.

En cuanto a producción orgánica se refiere, se ha promulgado una reglamentación en la que se prohíbe la venta o certificación de productos agrícolas con indicaciones de producción orgánica que no cumplan con los requisitos establecidos. Las preferencias arancelarias están contenidas en la Ley de Preferencia Andina(ATPA).

Sin embargo, el mercado estadounidense carece de exigencias en lo que está relacionado con el impacto con el medio ambiente, no exige reglamentación alguna sobre eco-etiquetado.

El Ecuador si cumple con todas estas exigencias del mercado estadounidense, el mismo que lo considera como un país en contra del narcotráfico así como también a Colombia, Perú y Bolivia. Es por esto que el Congreso de los Estados Unidos ha aprobado otorgarle las preferencias arancelarias

#### **1.3.1.1 Preferencias arancelarias con Estados Unidos**

Las exportaciones agropecuarias totales a Estados Unidos son alrededor de mil millones de dólares en promedio 1993 –2001, y se constituyen principalmente por camarones 31%, banano 22%, rosas 5.3%, café 5.6%, las demás flores 2.7%, cacao 2.7%, albacoras 2.5%, entre otros. Los 11 principales productos de exportación representan alrededor del 80% del total exportado en el sector agropecuario.

Los principales productos de exportación ingresan al mercado americano con 0% de arancel, ya sea porque existe una preferencia

arancelaria (ATPA o SGP)<sup>12</sup> o porque es de libre importación y no necesita pagar gravámenes arancelarios.

Como se observa en la siguiente Tabla el 82% de las exportaciones ingresan con 0% de arancel por libre importación, mientras que el 16% ingresa por preferencias arancelarias (ATPA o SGP), un restante 2% ingresa pagando el arancel NMF.

**Tabla # 1.8**

**Exportaciones de Ecuador a Estados Unidos. Sector agropecuario**  
(miles de dólares)

	<b>Promedio 1993-2001</b>
Exportaciones atpa	173.498
Exportaciones sgp	98.759
Exportaciones con 0% arancel	874.543
Exportaciones sin beneficios	14.508
Exportaciones totales	1.062.594

Fuente: Arancel de Estados Unidos /Banco Central Ecuador

<sup>12</sup> ATPA: Ley de Preferencia Comercial Andina

Las exportaciones que ingresan por la vía del arancel 0% (vigente en el arancel americano) son banano, café, cacao, albacoras, camarones, langostinos, té, pimienta, aceite de ricino, extractos, esencias y concentrados, tabaco, harina de pescado, entre otros, constituyéndose en los principales productos de exportación al mercado americano.

Los productos que forman parte del ATPA y que dejarían de beneficiarse si no se renueva dicho Acuerdo de preferencias son: rosas, piñas, bombones, caramelos, purés, pastas, otros frutos conservados, entre otros.

La ITC, agencia federal independiente, no partidista, dedicada a la determinación de hechos, difundió su octavo informe de una serie sobre vigilancia de importaciones, tal como lo requiere la ATPA. Mientras aguardaba la renovación del programa ATPA, que expiró el 4 de diciembre de 2001, la Comisión preparó su informe de este año a pedido de la Comisión de Medios y Arbitrios de la Cámara de Representantes de Estados Unidos. El programa ATPA, renovado el 6 de agosto de 2002, concede tratamiento arancelario preferencial a la mayor parte de los productos de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú. Esos cuatro países andinos son la fuente de las plantas de hoja de

coca con las que se elabora la mayor parte de la cocaína del mundo, o bien son puntos principales de tránsito para la cocaína. La meta de la ATPA es favorecer el desarrollo de alternativas económicas sostenibles a la producción de cultivos de drogas ilícitas, mediante el ofrecimiento de acceso más amplio a los productos andinos alternativos y legales al mercado de Estados Unidos. Algunos aspectos que dice el octavo informe difundido por la ITC son: “ Las importaciones totales en Estados Unidos procedentes de los países de la ATPA llegaron en el 2001 a 9.600 millones de dólares, de los cuales 1.700 millones, o sea el 17,5 por ciento, ingresaron de acuerdo con la ATPA. La porción de las importaciones de Estados Unidos desde los países de la ATPA que entró de conformidad con la ATPA, declinó muy poco, desde el 17,8 por ciento en el 2000, lo que refleja en parte el periodo inferior a 12 meses de la vigencia de la ATPA, que expiró el 4 de diciembre de 2001. El cobre y los artículos de cobre (principalmente cátodos de cobre refinado) fue la categoría principal de importaciones según el ATPA en el 2000 y 2001, en lugar de las flores, que eran la principal categoría desde el establecimiento de la ATPA. A unas pocas industrias se las identificó como afectadas por un desplazamiento potencial, debido a las importaciones según la ATPA de más del 5 por ciento estimado de la producción

norteamericana: rosas frescas; crisantemos, claveles, anturios y orquídeas; espárragos.

## **CAPITULO 2**

### **2. ELEMENTOS DE ANÁLISIS FINANCIERO ESTOCÁSTICO**

Para poder valorar los precios de los botones de rosas frescas del Ecuador en el mercado Estadounidense, es necesario acudir a elementos de análisis financiero estocástico que son útiles para la valoración óptima de las diferentes clases de opciones existentes en los mercados financieros, tanto para opciones americanas como para opciones europeas, entre los que tenemos los instrumentos financieros derivados, el lema de ITO, procesos estocásticos, fórmulas de Black – Scholes, etc.

Para cada tipo de opción hay un tipo de análisis, para las opciones Americanas las cuales se pueden ejercer en cualquier momento desde la fecha de su adquisición hasta la fecha de ejercicio, se realizan los árboles

binomiales, mientras que para las opciones Europeas que solo pueden ejercerse en una determinada fecha (la fecha de vencimiento), se utiliza la ecuación diferencial de Black – Scholes, ya que ésta considera la influencia de diferentes variables que alteran el coste de la opción.

Las opciones financieras tienen lugar desde la época de los fenicios, griegos y romanos los mismos que en sus contratos introducían cláusulas de opciones sobre las mercaderías que transportaban en sus embarcaciones. El primer mercado de opciones con cierto grado de organización aparece en Holanda en el siglo XVII, en el cual se negociaban opciones para comprar o vender bulbos de tulipán en una fecha futura predeterminada, asegurando así el precio de compra y venta en el futuro. Más tarde aparece en Inglaterra a principios del siglo XVIII, donde se negociaban opciones sobre las principales compañías comerciales, luego de esto con la caída de precios de varias compañías, provocó que este mercado se lo declarara ilegal.

En Estados Unidos las opciones se negociaban hace más de doscientos años, pero en la década de los 50 y 60, las opciones se negociaban sobre las acciones cotizadas en la Bolsa de Valores de Nueva York, sobre lotes de 100 acciones con vencimiento de sesenta y noventa días.



## **2.1 Conceptos básicos de las opciones financieras.**

### **2.1.1 Qué es una opción**

Una opción es un acuerdo entre un comprador llamado también propietario o tenedor y un vendedor o emisor que al recibir el pago de una retribución otorga el derecho al comprador, mas no la obligación de comprar o vender un activo en una fecha determinada o antes de ella. En otras palabras es un contrato que da derecho a la persona que lo posee a vender o comprar un activo a un precio determinado durante un periodo o en una determinada fecha. La vida útil de una opción sobre un activo es de nueve meses a partir de la fecha de su introducción, y su fecha de vencimiento es el último miércoles del último periodo completo de cierre de cuentas de la Bolsa del mes de vencimiento, además a medida que se acerca su fecha de caducidad, el valor temporal de una opción disminuye.

Entre las opciones que existen tenemos las de compra (opción call) y las de venta (opción put). Las opciones call y put dan al propietario el derecho de comprar y vender respectivamente acciones del activo subyacente en el caso de que la opción se ejerza. Las opciones call

dan al propietario el derecho a comprar el activo subyacente. Las opciones put permiten al propietario vender el activo subyacente si lo desea, y normalmente se compran ante la expectativa de una caída sustancial del precio del activo subyacente. Estas opciones tienen su origen en los mercados, Over de Counter, de opciones que comenzó en el siglo XIX en los Estados Unidos.

El activo sobre el cual se instrumenta la opción se denomina activo subyacente - en nuestro estudio, el activo subyacente serían los botones de rosas frescas - . Los derechos y obligaciones, en un contrato de opciones, es decir la posición ante el riesgo del comprador y del vendedor son asimétricos. El comprador tiene derecho mas no la obligación de comprar o vender, es decir ejercer la opción en el plazo correspondiente a la misma. En el caso del vendedor solo tiene obligaciones, tendrá que vender o comprar si el poseedor de la opción decide ejercerla, en caso contrario no podrá hacer nada. Además los compradores ejercen su opción de compra o venta cuando el precio del activo subyacente sea beneficioso para ellos.

### 2.1.1.1 Clasificación de las opciones

Las opciones se las clasifica según el activo subyacente que se negocia, así se tienen:

- Opciones sobre el contado: compraventa al contado del activo subyacente.
- Opciones sobre futuros: es una posición de compra o venta de un contrato de futuro, dentro de un mercado de estos instrumentos. Los que más se negocian son los contratos de opciones americanas sobre futuros.
- Opciones sobre instrumentos a plazo(forward): Facilitan al comprador de la opción adquirir o vender un contrato forward.
- Opciones sobre acciones, divisas, tipo de intereses, instrumentos de deudas, índices bursátiles.

### **2.1.1.2 Posiciones en opciones**

Cada contrato de opciones está formado por dos partes, el inversor que es el que compra la opción, tomando posición larga; y el emisor que es el que vende la opción, tomando la decisión corta.

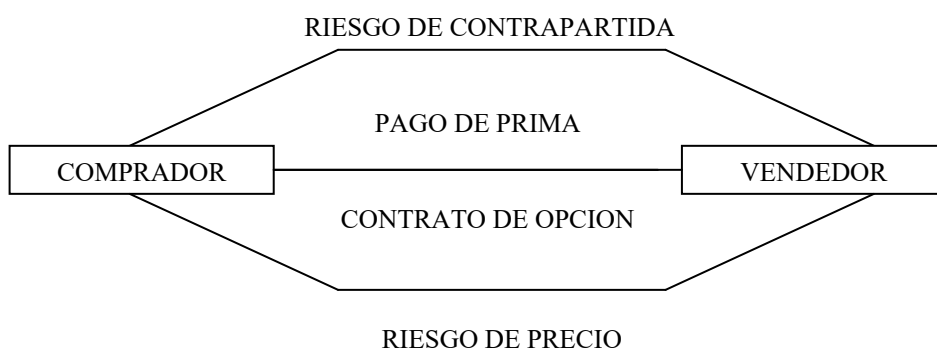
Existen cuatro posiciones de base posibles respecto a las opciones:

1. Comprar una opción de compra.
2. Comprar una opción de venta.
3. Vender una opción de compra.
4. Vender una opción de venta.

### **2.1.2 Riesgo en el contrato de opciones**

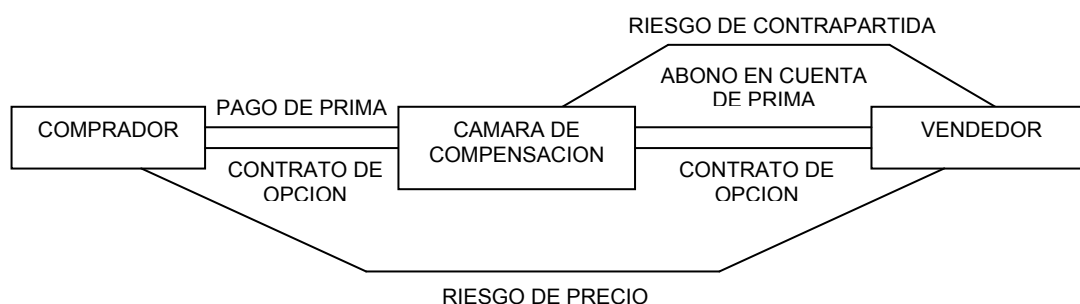
Como se presentó anteriormente, los derechos y obligaciones en un contrato de opciones, o la posición ante el riesgo del comprador y del vendedor son asimétricos. Por lo tanto el riesgo de

contrapartida (la seguridad que el vendedor de la opción cumpla con el comprador) es el siguiente:



En la actualidad este riesgo va desapareciendo con la incorporación de cámaras de compensación que asumen riesgos de contrapartida de los mercados de opciones, teniendo así mercados organizados. En estos mercados los costos están plenamente estandarizados en términos de:

- Vencimiento
- Precio del ejercicio
- Tipo de opción: Call, Put



### 2.1.3 Factores que inciden en el precio de una opción.

La determinación del precio de una opción se basa en la Ley de Oferta y Demanda, en el mercado financiero. Existen muchos factores que intervienen en la determinación del precio de una opción, para los cuales se emplean diferentes argumentos de arbitraje (obtención de beneficios libres de riesgo) que permite examinar las diferencias entre los precios de las opciones europeas y los precios de las opciones americanas, principalmente son seis entre los cuales tenemos: Precio de las acciones (para nuestro estudio la variable a considerarse sería el precio de las rosas), precio de ejercicio, tiempo hasta el vencimiento, volatilidad, dividendos, tipos de interés.

**Precio de las acciones:** A medida de que la probabilidad de que el precio del activo subyacente aumente sea mayor, el vendedor de una CALL, solicitará una mayor prima por vendernos dicha opción de compra; debido a que la posibilidad de que se pueda ejercer la opción de compra es mayor. Por el contrario, cuanto más baje la posibilidad de que pueda ejercer su opción de compra, la prima a pagar por la compra de la CALL bajará. En el caso de una opción PUT se trabajará bajo el mismo criterio en sentido inverso.

**Figura #2.1**

**Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio de las acciones**

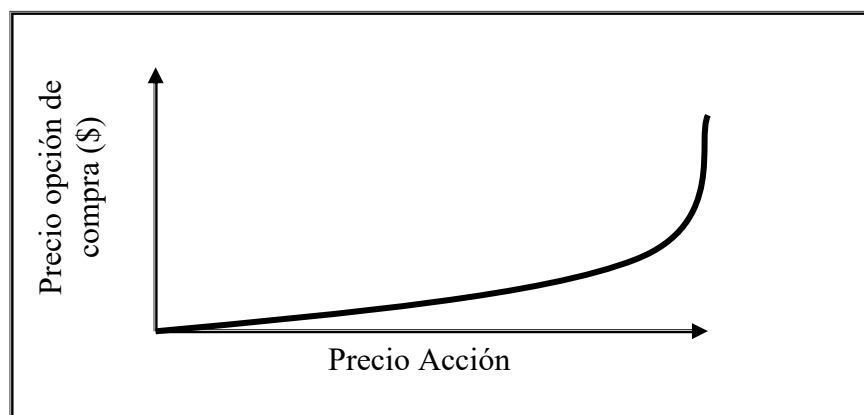
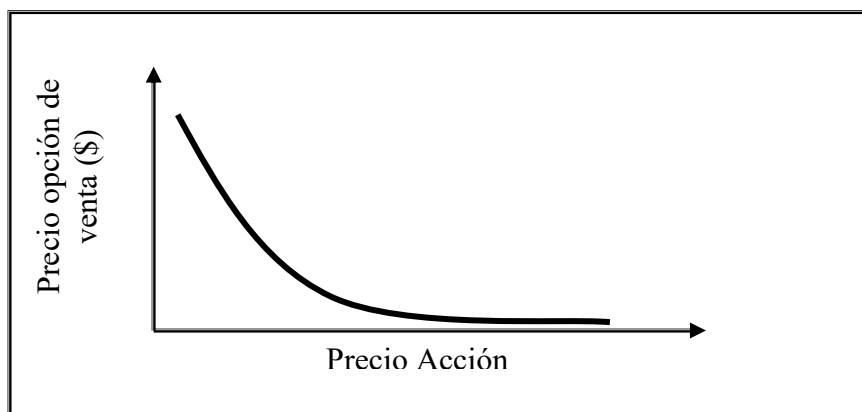


Figura #2.2

Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio de las acciones

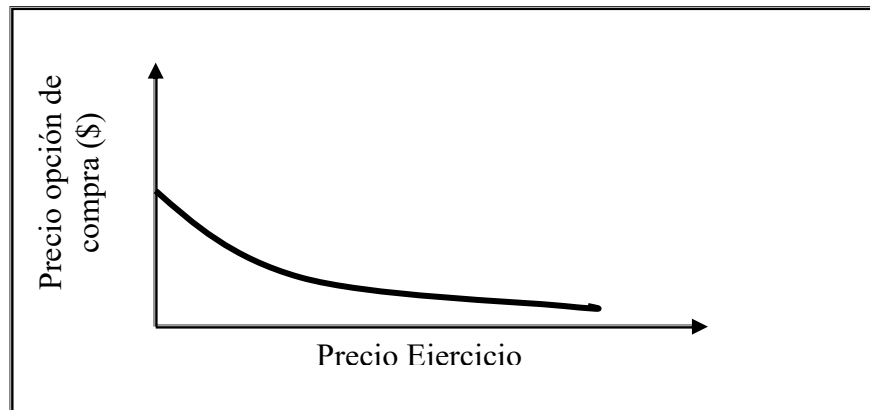


**Precio del ejercicio:** A mayor precio de ejercicio de la opción que se desea adquirir, en comparación con el precio actual del subyacente, menor será la prima que se tenga que pagar por la compra de nuestra opción dado que la probabilidad de que podamos ejercer nuestra opción será más baja. Por el contrario, la compra de una PUT, resultará más cara si mayor es el precio de ejercicio con relación a la cotización actual del subyacente, pues existe una mayor probabilidad que se ejerza la opción de venta (PUT).

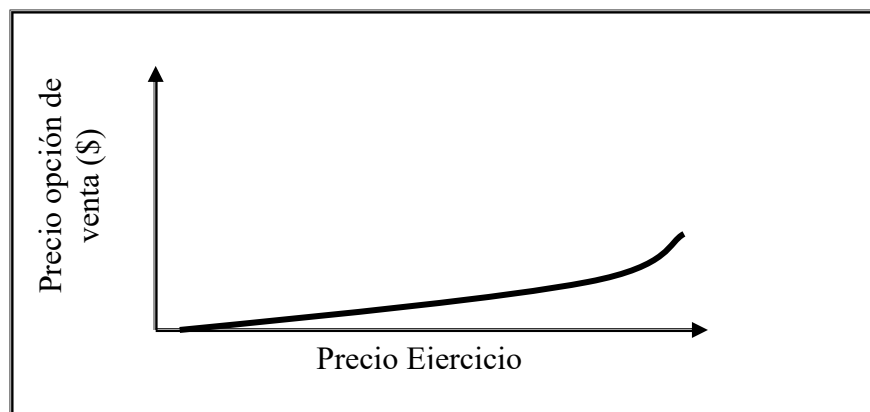


**Figura #2.3**

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

**Figura #2.4**

**Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio del ejercicio**

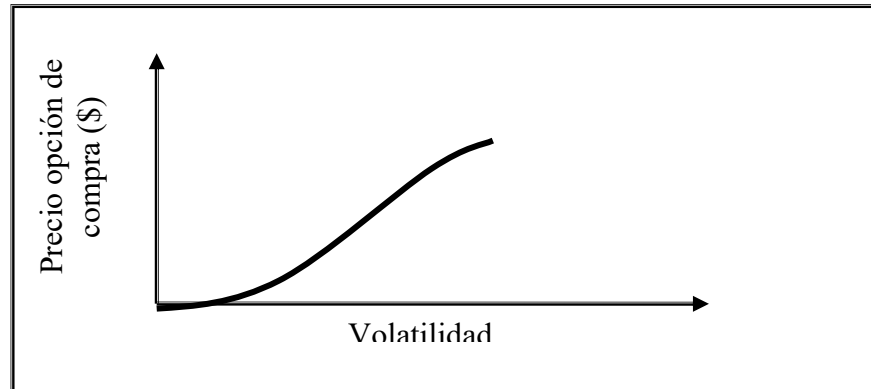


**Vencimiento:** Un plazo corto en el vencimiento de la opción, incidirá en una menor probabilidad de poder ejercer la opción; mientras que un plazo largo para poder ejecutarla, aumentaría dicha probabilidad. Esto es válido para las opciones PUT y CALL. Por lo tanto el precio de una opción será más caro, cuanto más largo sea su plazo de ejercicio y viceversa. La erosión del valor temporal de una opción actúa contra los propietarios de opciones y a favor de los emisores, es así como la disminución del mismo no puede apurarse demasiado y es una variable que deben tenerla muy en cuenta todos los tenedores de una opción.

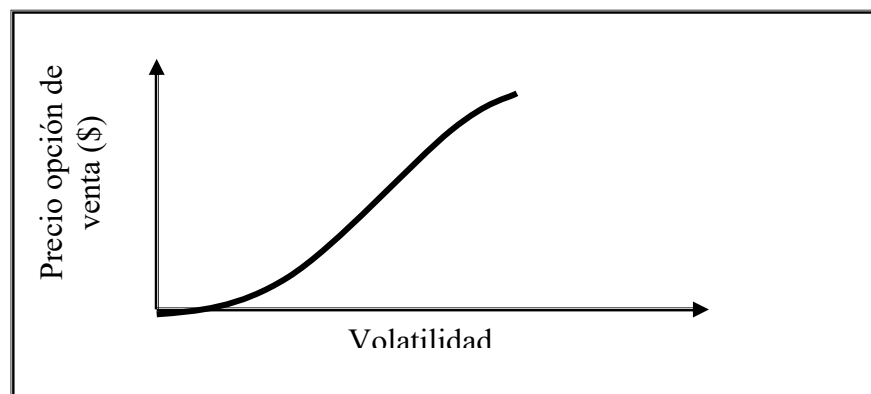
**Volatilidad:** La volatilidad es un concepto fundamental en el mercado de opciones. Hay que tener en cuenta que si no existiera la volatilidad, en productos cuyos precios prácticamente fueran fijos, no tendrían razón de existir los mercados de opciones. La volatilidad se define como una medida de dispersión del activo subyacente. A mayor volatilidad mayor probabilidad que se ejerza la opción, por tanto este factor influye en un mayor precio en la opción, tanto de compra como de venta.

**Figura #2.5**

**Comportamiento del precio de una opción de compra con respecto a la volatilidad**

**Figura #2.6**

**Comportamiento del precio de una opción de venta con respecto a la volatilidad**



**Dividendos:** Los dividendos son los pagos de los beneficios después de impuestos que una empresa hace a los propietarios de sus acciones, en otras palabras es la ganancia esperada por un inversor al inicio de una actividad financiera, estas son malas noticias para el valor de las opciones de compra y buenas para el valor de las opciones de venta, esto se debe a que los valores de las opciones de compra se correlacionan de forma negativa con los valores de los dividendos anticipados y los valores de las opciones de venta se encuentran correlacionadas positivamente con los valores de los dividendos anticipados.

**Figura #2.7**

**Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de compra.**

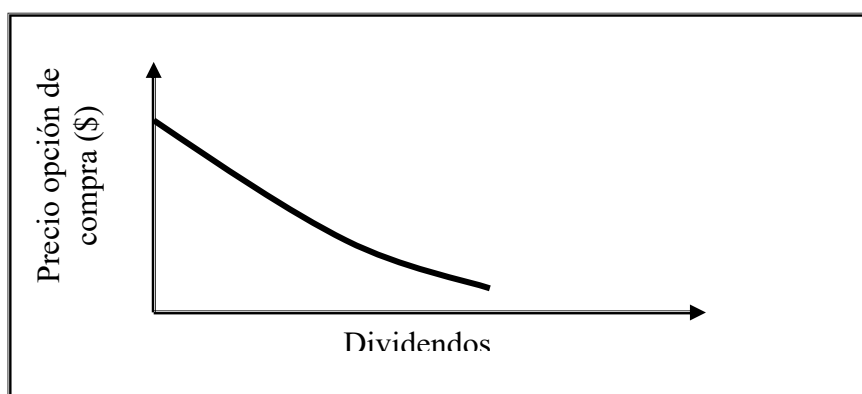
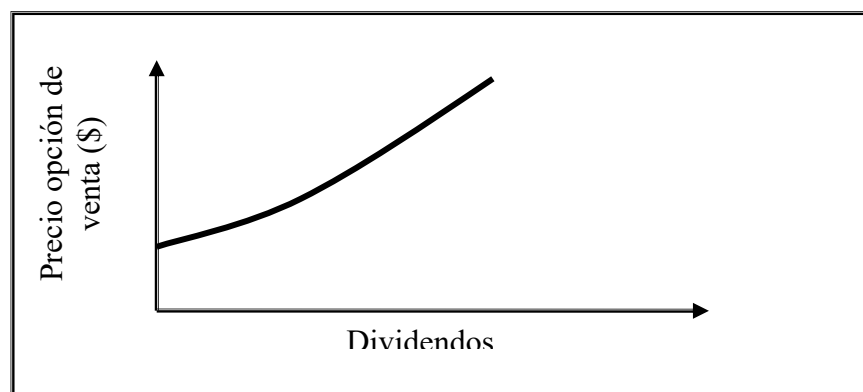


Figura #2.8

**Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de venta**

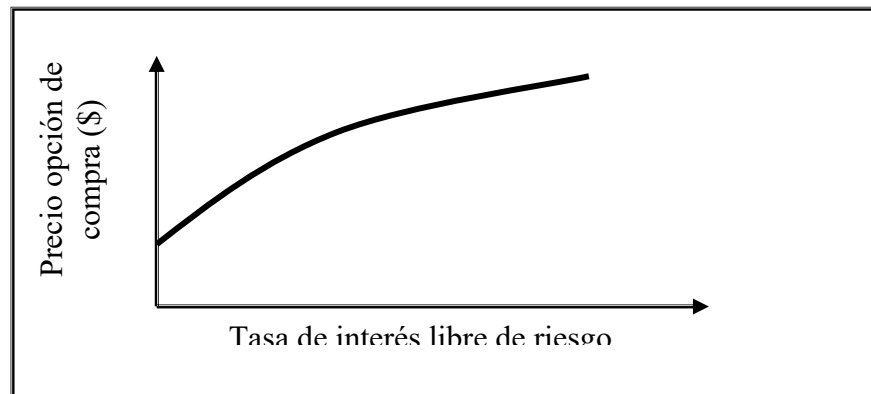


**Tipos de interés:** Los tipos de interés tienen relación con las primas de las opciones a la hora de calcular lo que se conoce como el coste de acarreo (cost of carry), el mismo que es importante para los grandes operadores como los fondos de pensiones, los de inversión y los agentes de la Bolsa, siendo todo lo contrario para los inversores particulares, el tipo de interés libre de riesgo afecta directamente al precio de una opción, cuando estos aumentan en el mercado local y la tasa de crecimiento esperada de los precios de las acciones también aumenta, estos dos efectos tienden a disminuir el

valor de una opción de venta, en el caso de las opciones de compra aumenta su precio cuando las tasas de interés de libre riesgo aumentan.

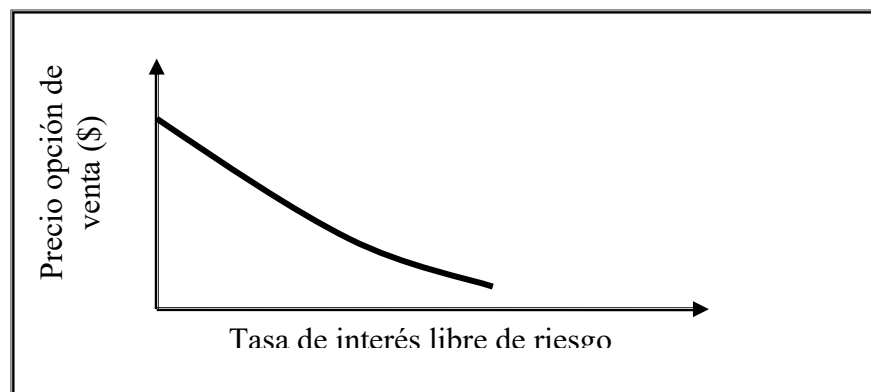
**Figura #2.9**

**Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de compra**



**Figura #2.10**

**Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de venta**



### 2.1.4 Sensibilidad de las Opciones

Los precios de las opciones, se derivan de una fórmula 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 como 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.

**DELTA.-** La primera y más común de las sensibilidades de las opciones es la delta. Las opciones de compra tienen una delta positiva de entre 0 y 1, siendo 0 la de las opciones muy “out of the money”<sup>13</sup> y 1 para las series que están muy “in the money”<sup>14</sup>. Las opciones de venta tienen deltas negativas y están entre -1 y 0. Las deltas se pueden explicar de cuatro maneras:

---

<sup>13</sup> Opción de compra cuyo precio de ejercicio está por encima del precio de mercado actual del activo subyacente u opción de venta cuyo precio de ejercicio esta por debajo del precio de mercado del activo subyacente

<sup>14</sup> Opción de compra cuyo precio de ejercicio está por debajo del precio de mercado del activo subyacente u opción de venta cuyo precio de ejercicio está por encima del precio de mercado del activo subyacente

1. La proporción en que varía el valor justo teórico de una opción por el cambio del precio del activo subyacente. Las primas de las opciones put, al ser su delta negativa, bajarían ante un aumento del activo subyacente. En la tabla 4.1 tenemos tres series: la primera, con una delta de 0.25, está muy “out of the money”, es decir, un cambio de 1 dólar en el activo subyacente no afectará a la prima de la opción; La segunda serie está “at the money”<sup>15</sup> y tiene una delta de 0.5, es decir, por cada dólar que varíe el activo subyacente, la prima de una opción de este tipo cambiará la mitad, es decir, \$ 0.50; La última serie con una delta de 1 es una opción muy “in the money”, y por cada variación de un dólar en el activo subyacente se producirá un cambio de un dólar en la prima de la opción.

---

<sup>15</sup> Opción cuyo precio de ejercicio es el mismo o casi el mismo que el precio del activo subyacente



**Tabla # 2.1****Efecto del delta de las opciones**

Activo Subyacente	Prima	Delta	Nueva Prima
345	25	0.25	25.0
345	25	0.5	25.5
345	25	1.0	26.0

2. La relación entre el activo subyacente y los contratos de opciones que se necesita para establecer una cobertura neutral. En lugar de comprar acciones 1 - 1 con contratos de opciones como cobertura, por ejemplo, el emisor de una opción compra acciones en la proporción que le indica el valor delta. Si un inversor vende 10 contratos con una delta de 0.3, comprará 3.000 acciones para cubrir la posición. Si el inversor compró una opción call con una delta de 0.75, venderá 750 acciones del activo subyacente.
  
3. La posición teórica de una acción según posición de la opción. El tenedor de una posición call es un comprador teórico del activo subyacente, y el de una posición put es un teórico vendedor. Por

ejemplo, si un inversor compra una opción call con una delta de 0.25, está teóricamente largo el 25 por ciento del contrato subyacente, 250 acciones. Esta definición también se puede referir como la teórica o equivalente posición de las acciones.

4. La probabilidad aproximada, dada una volatilidad constante y estable, de que la opción venza "in the money". Una opción con una delta de 0.5 tiene un 50 por ciento de posibilidades de vencer "in the money". Una opción con una delta de 0.9 tiene 90 por ciento de posibilidades.

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

**GAMMA.-** La gamma es la variación teórica de la delta de una opción por cada dólar que cambia el activo subyacente. Por ejemplo, si una call tiene una delta de 0.25 y una gamma de 0.05, por el aumento de un dólar del activo subyacente la delta cambiara a 0.30. Por una caída de un dólar, la delta será 0.20. 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. El intervalo de velocidad va desde el 0 por ciento hasta el 100 por ciento. La gamma puede entonces interpretarse como el ritmo de aceleración o desaceleración de la delta.

**THETA.-** Al ser las opciones un activo con vida limitada, será importante saber cuanto 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. Una opción con una theta de 0.005 perderá 0.005 en su valor justo teórico por cada día que pase sin cambios en el activo subyacente. La theta es también conocida como decadencia temporal.

**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. Una opción con una vega de 0.75 ganará (perderá) 0.75 dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución) de su volatilidad. La vega también se conoce como *kappa*, *épsilon* y *omega*.

**RHO.-** La sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés se mide por su rho. Una opción con una rho de 0.03 ganará (perderá) 0.03 dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución). La rho es la menos importante de las sensibilidades de las opciones.

### 2.1.5 Quienes son los Brokers

Los brokers son individuos que en el mercado de opciones realizan operaciones de parte de sus clientes. Cuando se tenga que elegir un broker, debe estar seguro de que conoce, no sólo los servicios entre los que hay que elegir, sino sus propias necesidades. Los inversores deben estar preparados para hacer negocios con los brokers, ya que la obtención de beneficios o el sufrimiento de pérdidas depende del cargo que se le aplique. Estas personas ofrecen tres servicios diferentes:

- **Discrecionales**, el inversor cede al broker todas las decisiones sobre la inversión y normalmente no será consultado, este servicio es para aquellos inversores con una cantidad considerable de dinero para

invertir pero con poco o nada de tiempo o inclinación para llevar sus inversiones

- **Asesoramiento**, para aquellos inversores que desean mantener el control de sus inversiones pero que no quieren llevar a cabo la investigación sobre dónde y qué comprar o vender. Recibirán consejos y asesoramiento de sus brokers, pero la decisión final será suya.
- **Sólo ejecución**, el inversor no recibe ningún tipo de ayuda del broker. Tiene la obligación de investigar por su parte y debe tomar él mismo las decisiones. El broker sólo ejecutará en el mercado las órdenes que reciba del inversor.

## 2.2 Los instrumentos financieros derivados.

Existen diversos instrumentos derivados que están a disposición de los inversores y de los profesionales, entre los que tenemos:

Futuros, Warrants, Opciones tradicionales, Opciones OTC (over the counter), Swaps.

**Futuros:**

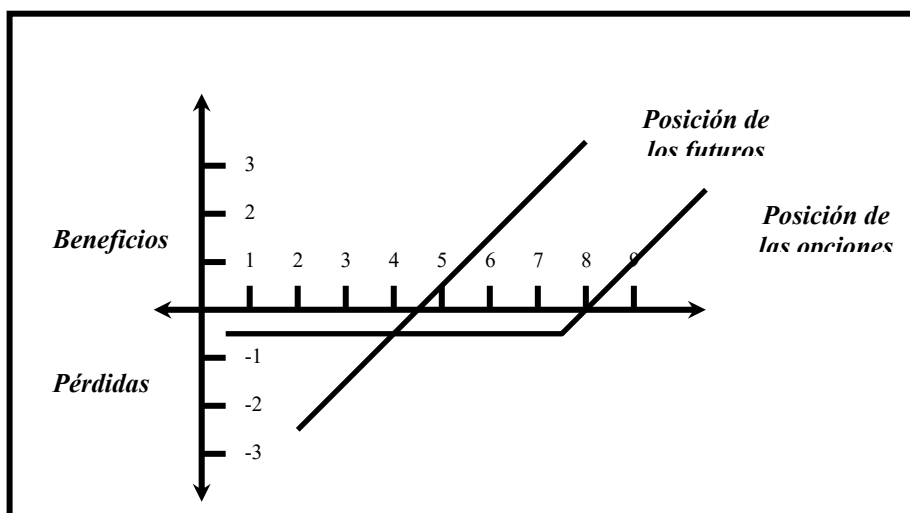
Un contrato de futuros es un acuerdo para comprar o vender un bien en una fecha futura fija a un precio acordado en el día de hoy. A diferencia de las opciones, en un contrato de futuro las dos partes están obligadas a comprar o a vender el bien en la fecha de vencimiento excepto en el caso que la posición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

El comprador de un futuro paga un depósito (garantía inicial) para hacer frente a sus responsabilidades. A medida que el mercado evoluciona, las ganancias o las pérdidas del día se añaden o se sustraen de la garantía.

La fecha de vencimiento es durante los meses de entrega que el bien subyacente del contrato de futuros puede ser comprado o vendido. Las fechas de entrega se pueden extender hasta dos o más años, lo que da lugar a ocho o más fechas de entrega.

**Figura #2.11**

***Posición de compra de futuros confrontada a la posición de compra de una opción de compra***



**Warrants:**

Los Warrants los emite una empresa y dan a su tenedor el derecho a comprar un número determinado de acciones de la empresa emisora a

un precio previamente acordado. Son valores y como tales se compran y venden en la Bolsa de Londres, de igual forma que cualquier otro valor.

El propietario no tiene derecho a ningún dividendo, y el warrant no le da derecho de voto. Los warrants no se consideran una parte del capital de la empresa emitido en acciones, pero amenazan con diluirlo en el momento en que se ejercen.

La empresa se beneficia de la emisión de warrants al poder utilizar los ingresos de su venta para cualquier objetivo que crea conveniente, sin intereses ni pago de dividendos. Sólo se lo puede ejercer en su fecha de vencimiento, sino queda sin valor alguno.

Las ganancias que producen son ganancias del capital, y por eso son de gran interés para quienes pagan una tasa de impuestos elevada. Los beneficios obtenidos por el capital son rápidos.



Es el equivalente de una opción de compra a largo plazo y se valora de forma muy parecida. El precio del activo subyacente y el precio de suscripción van a determinar su valor intrínseco, lo demás es el valor temporal que normalmente es considerado superior al de una opción, a causa de su vida más larga y es más difícil de calcular.

### **Opciones Tradicionales:**

Las opciones tradicionales se han comprado y vendido en la Bolsa de Londres durante bastante tiempo. Dan derecho al inversor a comprar o vender el activo subyacente en el futuro al precio actual.

No pueden comprarse ni venderse bajo ningún concepto. El precio de ejercicio es cum all, lo que significa que cuando la opción se ejerce, todos los dividendos pagados por la empresa durante la vida de la opción pertenecen al tenedor de la opción (donante). 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.

El pago de estas opciones se realiza el día de contabilización de la Bolsa para el periodo en el que tiene lugar el ejercicio o el abandono. La vida máxima es de siete días de contabilización, lo que equivale a 14 semanas. Son poco flexibles, y no se puede negociar la posición en el mercado.

### **Opciones OTC:**

Además de los productos financieros derivados, existe un gran y cada vez mayor mercado de opciones over the counter. Estos productos se negocian directamente entre las empresas inversoras, los bancos y sus clientes. Están hechos a la medida de cada inversor, esto significa que se pueden hacer en cantidades poco habituales, sobre un activo inusual u oscuro y con una vida superior a los nueve meses de una opción sobre acciones.

Uno de los inconvenientes que acarrearán estas opciones es la liquidez y la dificultad para cerrar una opción, o lo que es lo mismo, su fungibilidad. La única persona con quien un inversor puede cerrar

una opción OTC es su parte contraria original. La otra alternativa es entrar en un segundo acuerdo de opciones, con una tercera parte, lo que da al inversor una posición opuesta a los términos originales. Este mercado no está regulado ni supervisado con tanto rigor como los productos de la Bolsa.

### **Swaps (intercambios):**

Son un intercambio de deudas entre dos partes, y pueden ser:

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

## **2.3 Procesos estocásticos y lema de ITO**

### **2.3.1 Procesos Estocásticos**

Un proceso estocástico es todo fenómeno estadístico que ocurre en el tiempo atendiendo a diferentes leyes de probabilidad. Se

define como una familia de variables aleatorias  $\{ \mathbf{X}(t), t \in T \}$  clasificada mediante un parámetro  $t$  que varía en un conjunto índice  $T$ . El análisis de una serie de tiempo puede ser una realización particular, por lo tanto, una serie de tiempo se considera como la realización de un proceso estocástico.

Para representar los procesos estocásticos se debe especificar la ley de probabilidad conjunta de las  $n$  variables aleatorias  $X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)$ . Se tiene que la función de distribución conjunta, dada para los números reales  $x_1, x_2, \dots, x_n$  está dada por:

$$F_{X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)}(x_1, x_2, \dots, x_n) = P[X(t_1) \leq x_1, X(t_2) \leq x_2, \dots, X(t_n) \leq x_n]$$

En las series temporales interviene solo una observación para un determinado periodo de tiempo, por esto se la considera como una muestra de tamaño 1 tomada en períodos sucesivos de tiempo en un proceso estacionario. Cuando se trate de la extracción de datos en una serie de tiempo, se puede observar que el dato extraído para un período no será, generalmente, independiente de los datos de períodos anteriores, caso contrario de lo que se da en un muestreo aleatorio simple, donde cada extracción es independiente de las

demás. Por este motivo si las series temporales que se van a utilizar para algún tipo de estudio consta de  $n$  datos se deben estimar  $n$  medias y  $n$  varianzas, por lo que para realizar alguna inferencia sobre cierta serie, se debe cumplir que el proceso sea estacionario y ergódico.

### **2.3.1.1 Procesos estocásticos estacionarios.**

Estos procesos se basan en la suposición de que un proceso se encuentre en un estado particular de equilibrio estadístico. El proceso estocástico es estrictamente estacionario si el cambio en el tiempo original no afecta sus propiedades, es decir si la distribución de probabilidad conjunta asociada con  $k$  observaciones  $X_{t_1}, X_{t_2}, \dots, X_{t_k}$  realizadas en un conjunto de tiempos  $t_1, t_2, \dots, t_k$ , es la misma que la asociada con  $k$  observaciones  $X_{t_1+k}, X_{t_2+k}, \dots, X_{t_k+k}$ .

Se dice que un proceso estacionario, es estacionario de primer orden o en media si:

$$\forall t: E(X_t) = \mu$$

Es decir la media es permanente a lo largo del tiempo.

También existen los procesos estocásticos estacionarios de segundo orden (o en sentido amplio) cuando además de ser estacionario de primer orden, se verifican las siguientes condiciones.

1. La varianza es finita y constante a lo largo del tiempo.

$$\forall t: \text{Var}(X_t) = E[(X_t - \mu)]^2 = \sigma^2 < \infty$$

2. La autocovarianza entre dos períodos distintos de tiempo solo se ve afectada por el lapso de tiempo transcurrido entre los dos períodos:

$$\forall t: E[(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu)] = r_k$$

$$\text{es decir: } \text{Cov}(X_t, X_{t+k}) = r_k$$

Que es una autocovarianza de orden k, por ser este el lapso de tiempo que separa a  $X_t$  de  $X_{t+k}$ . Como se puede ver, el valor de  $r_k$  es independiente de t, así la varianza sería  $r_0$ , que es la autocovarianza de orden cero.

Entonces para un proceso estacionario, la varianza  $\sigma_x^2 = r_0$ , es la misma en el tiempo  $t+k$  y en el tiempo  $t$ . Así la autocorrelación de orden  $k$  es:

$$\rho_k = \frac{r_k}{r_0}$$

### 2.3.1.2 Proceso de Wiener

Un proceso de Wiener es un caso especial de un proceso estocástico, que es muy importante para aplicarlo en finanzas. Se dice que una variable  $Z$  sigue un proceso de Wiener cuando sus cambios  $\Delta z$  en un pequeño intervalo de tiempo  $\Delta t$  tiene las siguientes propiedades:

1.  $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$ ; donde  $\varepsilon$  es una variable aleatoria con distribución normal, media cero y varianza 1. Esto implica que  $\Delta z$  tiene una distribución normal con media cero y varianza  $\Delta t$ .

2. Los valores de  $\Delta z$  en dos intervalos de tiempo  $\Delta t$  son independientes, lo que quiere decir que el proceso es un proceso de markov.

Si obtenemos el límite cuando  $\Delta t \rightarrow 0$  el resultado es un proceso de Wiener.

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  $\Delta t$ , de manera que podremos sumar los incrementos  $\Delta z$  para obtener lo siguiente:

$$z(t_2) - z(t_1) = \sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i \sqrt{\Delta t}$$

$$z(t_2) = z(t_1)$$

$$\sigma^2(z(t_2)) = N\Delta t = t_2 - t_1$$

$$\sigma(z(t_2)) = \sqrt{t_2 - t_1}$$

Donde  $\sigma^2$  es la varianza, y  $\sigma$  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 todas las medias de todas las  $Z_i$ .

Si tomamos el límite cuando  $\Delta t \rightarrow 0$  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:

$$dx = a dt + b dz$$

Donde  $a$  y  $b$  son constantes.

*El término  $a dt$* , es la parte determinística de la evolución de  $X$ , que corresponde a la tendencia general del movimiento de  $X$ ; el término  $b dz$ , es 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.

### 2.3.1.2.1 Proceso de Wiener Generalizado

$X_t$  sigue un proceso de Wiener, entonces tomamos en el límite  $dx_t = x_{t+dx} - x_t = a dt + b dz_t$

Donde a y b son constantes:

a = Tendencia de derivación "drift rate" (por unidad de tiempo)

$b^2$  = varianza de difusión.

$$\Rightarrow dx_t \rightarrow N(ad t, b^2 dt)$$

### 2.3.1.3 Proceso de Ito

Una generalización del proceso de Wiener son los procesos de Ito, en el cual las constantes a y b pueden ser funciones determinísticas del valor de x y del tiempo transcurrido t, algebraicamente se lo puede expresar:

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

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

### 2.3.2 Lema de Ito

**Principio de no-arbitraje:** “ No hay ganancias gratis”. En mercados competitivos no hay forma de combinar estrategias para obtener ganancias estrictamente positivas sin ningún costo.

El efecto del ruido en la dinámica con tiempo continuo ha sido considerado en muy raras ocasiones; la herramienta apropiada para hacerlo es el denominado cálculo estocástico, el cálculo de los caminos continuos pero irregulares y sometidos a fuerzas aleatorias. Desde el desarrollo de la integral de Ito, este cálculo ha crecido como una parte de la teoría de la probabilidad.

Los caminos, o trayectorias, de los procesos estocásticos se pueden descomponer en incrementos deterministas y aleatorios. Independientemente de cuan pequeño sea el intervalo temporal elegido, el incremento aleatorio en el intervalo no se puede predecir del conocimiento de los incrementos previos. Por lo tanto una solución numérica de una ecuación diferencial estocástica describe no sólo un camino, sino un conjunto de caminos.

No es posible basar el cálculo estocástico en el concepto de derivada porque los caminos estocásticos son generalmente no diferenciables. Al contrario, los caminos están caracterizados por su media y varianza de incrementos. Tras abandonar el concepto de derivada, el considerar los cuadrados de cantidades infinitesimales puede parecer poco intuitivo; sin embargo, esto se debe a que nuestra intuición no está apropiadamente entrenada. Como una regla que se ha de implementar en la computadora, no existe dificultades insuperables.

En cada incremento temporal se añaden dos incrementos de la variable considerada: uno aleatorio y otro determinista. De esta manera, se genera una aproximación al valor de la variable en un camino particular del proceso estocástico para instantes de tiempo determinados. Las medias se pueden evaluar mediante la repetición de este procedimiento un suficiente número de veces.

Las técnicas actuales, tanto numéricas como analíticas, para resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales estocásticas son generalizaciones del potente cálculo estocástico desarrollado por Ito y otros en los años 50, y que alcanzó su madurez en los 70.

Los métodos estocásticos tienen la ventaja de proporcionar una relación estrecha entre cálculos analíticos y resolución con computadoras. Van a ser imprescindibles para estudiar la dinámica de estructuras coherentes que están en interacción con un medio ambiente. En un contexto más amplio, dichos métodos son necesarios para que los avances de los últimos años en la física no-lineal se conviertan en predicciones sobre fenómenos naturales con estimaciones cuantitativas de la incertidumbre.

El lema de ITO es una generalización del Proceso de Wiener, consta de una función de derivada y una función de difusión:

$$dX_t = a(X,t)dt + b(X,t)dZ_t$$

Donde  $a(X,t)$  es el componente determinístico (f. Derivada) y  $b(X,t)$  es el componente estocástico (f. difusión) y  $X_t$  sigue un proceso de ITO S. D. E. (ecuación diferencial estocástica)

Este lema se utiliza para obtener los SDE's seguidos por funciones de  $X_t$  estocásticas. En el campo de las finanzas sirve para valuar los instrumentos financieros derivados. El precio de las opciones es una

función con respecto a la variación de los precios de los activos subyacentes en el tiempo; es más, el precio de algunos derivados es una función de variables estocásticas con respecto al tiempo.

En conclusión: se pueden expandir funciones de variables aleatorias, como expansiones de Taylor en el caso determinístico; Con probabilidad 1, tenemos la siguiente regla para los incrementos:

$$(dX_t)^2 = dt \quad \text{y} \quad dX_t \sim \sqrt{dt}N(0,1)$$

$$\sqrt{dt} \gg dt \quad (\text{cuando } dt \rightarrow 0)$$

## 2.4 Cálculo estocástico y Fórmula de Black – Scholes

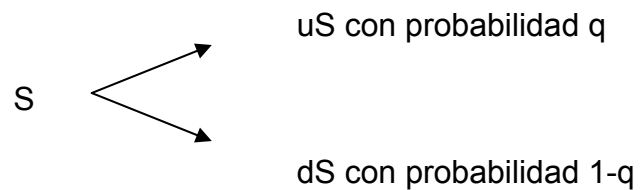
Desde el año de 1973 se han investigado diferentes modelos de evaluación que se aplican en modelos sobre activos subyacentes específicos (acciones, futuros, divisas, etc.). El modelo de Black-Scholes se deriva a partir del Modelo Binomial.

### **2.4.1 Modelo Binomial: 2 periodos**

Este modelo fue propuesto por Cox-Ross-Rubinstein en el año de 1979 parte del cumplimiento de la hipótesis de que el valor teórico de una opción es simplemente el valor esperado de los beneficios actualizados que la opción puede proporcionar, más el supuesto sobre la evolución de los precios subyacentes y el no reparto de dividendos por parte del subyacente en su primera versión, en términos más sencillos es un modelo que consiste en dos opciones o posibilidades al final de cada estadio o periodo de tiempo, y puede dibujarse como un árbol de precios. La vida de la opción se divide en un gran número de pequeños periodos de tiempo. Entonces se asume que el precio del activo subyacente puede subir o bajar durante la vida de la opción.

Los supuestos de éste modelo son los siguientes: La eficiencia y profundidad de los mercados, la ausencia de costes de transacción, la posibilidad de comprar y vender al descubierto, sin límites, que los activos son perfectamente divisibles, que se puede prestar y tomar prestado al mismo tipo de interés, todas las transacciones se pueden

realizar de forma simultánea, además el precio subyacente evoluciona según el proceso binomial multiplicativo, es decir el precio del activo subyacente en el presente, en un periodo evolucionará de la siguiente manera:



Donde:  $u$  representa el movimiento multiplicativo al alza del precio del subyacente en un periodo, con una probabilidad asociada de  $q$ ;  $d$  representa el movimiento multiplicativo a la baja del precio del subyacente en un periodo, con una probabilidad asociada de  $1-q$  y denominando a  $r$  como  $1+rf$  donde  $rf$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo al principio del periodo debemos verificar que  $u > r > d$ ; con  $u > 1$  y  $d < 1$ .

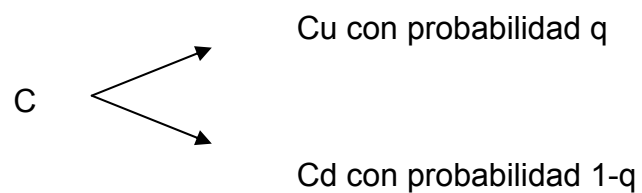
Si se tienen una opción de compra europea con vencimiento a un periodo y con un precio de ejercicio  $E$ . Los valores del vencimiento de la opción serían:



$$C_u = \text{Max} [ 0, uS - E ]$$

$$C_d = \text{Max} [ 0, dS - E ]$$

En otras palabras el valor de la opción tendrá la siguiente evolución: C a  $C_u$  con probabilidad  $q$  y de C a  $C_d$  con probabilidad  $1-q$ .



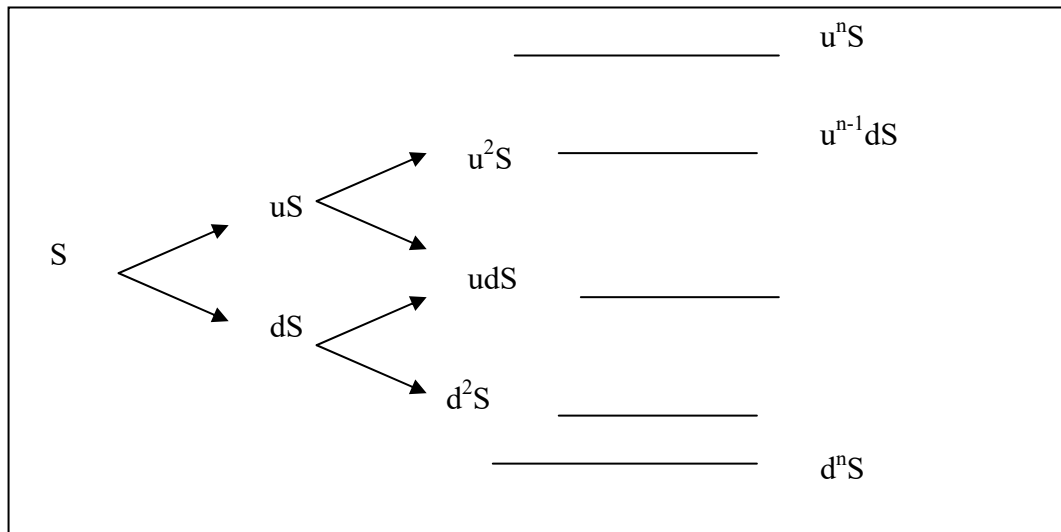
#### 2.4.2 Generalización a n periodos

Hay dos formas o caminos para valorar las opciones:

- Calcular los valores intrínsecos al final de los  $n$  periodos, y por un procedimiento recursivo calcular el valor de la opción en cada nudo del diagrama o árbol, mediante:

$$C_{t-1} = \frac{1}{r} * [p C_{tu} + (1-p) C_{td}]$$

Y resultaría el siguiente gráfico:



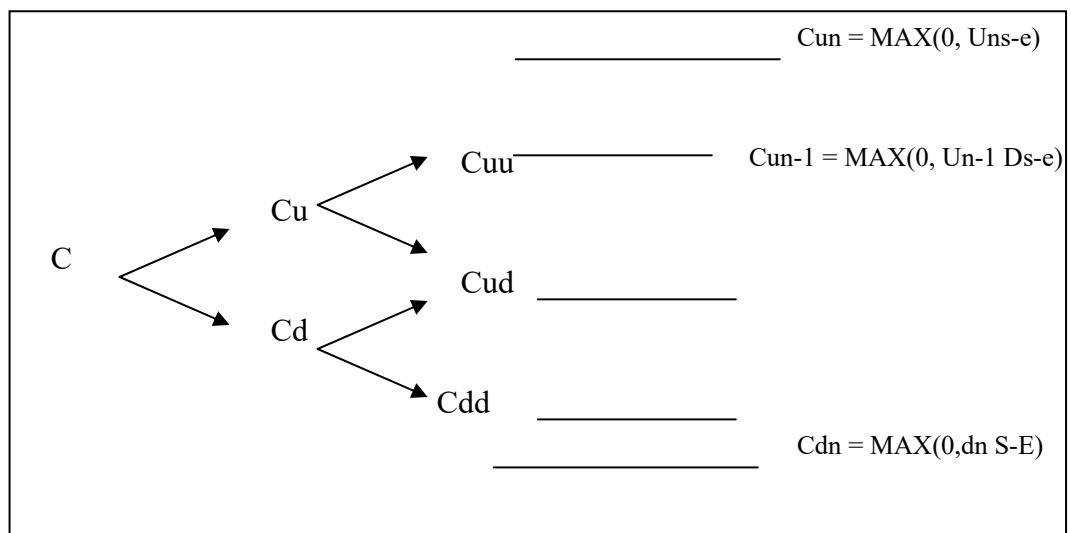
En donde  $C_{t-1}$  es el valor de la opción en un nudo  $t-1$ ,  $C_{tu}$  es el valor de la opción en  $t$ , cuando el precio del subyacente se multiplica por  $u$ , de  $t-1$  a  $t$  y  $C_{td}$  es el valor de la opción en  $t$ , cuando el precio se multiplica por  $d$ , de  $t-1$  a  $t$ .

Para proceder a realizar los cálculos se inicia en  $n$ , último periodo que se asume para la valoración; de los valores intrínsecos de  $n$  se calculan los valores  $C_{n-1}$  y retrocediendo en el tiempo se calculan los  $C$  anteriores, hasta llegar al valor de la opción en el momento actual.

- Utilizando la ecuación:

$$C = \frac{1}{r^n} * [E * \left(\frac{n!}{j!(n-j)!}\right) p^j * (1-P)^{n-j} \text{MAX}[0, u^j d^{n-j} * S - E]]$$

con  $p = \frac{r-d}{u-d}$ ,  $r = 1+r_f$ , donde  $r_f$  es la rentabilidad del activo libre de riesgo para un periodo y  $n$  el número de periodos considerados para la valoración.



### 2.4.3 Modelo de Black – Scholes

La fórmula de Black y Scholes [1973] ha sido y es una de las herramientas más ampliamente utilizadas en la práctica en el campo

de la Economía Financiera. Sin embargo, en los últimos años han aparecido un gran número de artículos poniendo de manifiesto importantes sesgos en el comportamiento empírico de dicha fórmula. De hecho, cuando se invierte la fórmula de Black y Scholes para obtener la volatilidad implícita en el precio de mercado de las opciones, se encuentra sistemáticamente que las volatilidades implícitas tienden a estar relacionadas con el precio de ejercicio. Así, efectos de volatilidad no constante han sido encontrados, entre otros, por Rubinstein [1994] y Dumas, Fleming y Whaley [1998] en el mercado de opciones sobre el índice S&P 500, Taylor y Xu [1994] en el mercado de opciones sobre divisas de Filadelfia, Duque y Paxson [1993] y Heynen [1993] en el mercado de opciones sobre acciones del LIFFE y del 'European Options Exchange' respectivamente y Peña, Rubio y Serna [1999] y Fiorentini, León y Rubio [1998] en el mercado de opciones sobre el índice IBEX-35.

La relación empírica que se observa entre la volatilidad implícita y el precio de ejercicio adopta usualmente dos tipos de patrones: una función cuadrática (la llamada sonrisa de volatilidad o 'volatility smile' en la literatura anglosajona) o una función monótona decreciente (la llamada 'sneer' o mueca). Rubinstein [1994], Aït-Sahalia y Lo [1998]

y Dumas, Fleming y Whaley [1998], encuentran que la volatilidad implícita en opciones sobre el índice S&P 500 decrece monótonamente a medida que aumenta el precio de ejercicio, con relación al nivel actual del activo subyacente. Por otra parte, Taylor y Xu [1994] muestran que las opciones sobre divisas tienden a presentar una sonrisa mucho más pronunciada. Similares efectos han sido encontrados por Peña, Rubio y Serna [1999] en el mercado español de opciones. Bakshi, Cao y Chen [1997] y Fiorentini, León y Rubio [1998] obtienen volatilidades instantáneas (implícitas) con forma de sonrisa bajo volatilidad estocástica y modelos de difusión con saltos.

Han habido varios intentos de aproximación a este aparente fallo del modelo de valoración de Black y Scholes. En principio, como ponen de manifiesto Das y Sundaram [1999], entre otros, la existencia de la sonrisa puede ser atribuida al conocido exceso de Kurtosis en las distribuciones de la rentabilidad de los activos subyacentes. Es claro que un exceso de Kurtosis hace que las observaciones extremas sean más probables que en el caso de Black y Scholes, lo que aumenta el valor de las opciones en dinero y fuera de dinero, con relación a las opciones en dinero, creando la sonrisa. Sin embargo, al menos en el

mercado norteamericano, la sonrisa de volatilidad presenta una clara asimetría. Esto puede ser debido a la presencia de asimetría en la distribución, que tiene el efecto de acentuar un solo lado de la curva.

Dada esta evidencia empírica, se han propuesto extensiones del modelo de Black y Scholes que presentan exceso de asimetría y de Kurtosis. Estas extensiones pueden encuadrarse en dos líneas de investigación: modelos de difusión con saltos, donde los saltos están gobernados por un proceso de Poisson y los modelos de volatilidad estocástica.

#### **2.4.3.1 Hipótesis del modelo**

- El mercado funciona sin fricciones, es decir no existen costes de transacción, de información, ni impuestos y los activos son perfectamente divisibles.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas a crédito sin restricciones ni costes especiales.

- Los agentes pueden presentar y endeudarse a una misma tasa  $r$ , el tipo de interés a corto plazo expresado en forma de tasa instantánea y supuesto conocido, y constante en el horizonte de valoración de las opciones.
- Las opciones son europeas y el subyacente no paga dividendos en el horizonte de su valoración.
- El precio del subyacente sigue un proceso continuo estocástico de evolución de Gauss – Wiener, el mismo que se define de la siguiente manera:

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

Donde  $dS$  representa la variación de  $S$  en el instante  $dt$ ;  $\mu$  la esperanza matemática del rendimiento instantáneo del subyacente;  $\sigma$  su desviación típica y  $dz$  un proceso estándar de Gauss – Wiener. Al despejar  $S_t$  y  $S_{t+d}$  los valores del precio del subyacente en los instantes  $t$  y  $t+d$ , el rendimiento subyacente está dado por:

$$dS / S = (S_{t+d} - S_t) / S_t$$

Este rendimiento instantáneo tiene dos componentes:  $\mu dt$ , de naturaleza constante y  $\sigma dz$  de naturaleza aleatoria, y  $\sigma$  se supone constante y tiene esperanza matemática nula y su varianza es  $\sigma^2 dt$ .

Con esto se concluye que el rendimiento instantáneo del activo subyacente o las variaciones relativas del precio tienen una distribución normal con parámetros  $\mu dt$  y  $\sigma^2 dt$ . Por lo tanto para aplicar el Modelo de Black – Scholes y alguna de sus extensiones es necesario que el rendimiento instantáneo aproxime su distribución a una distribución normal.

Este método tiene en cuenta todos los factores que influyen en el precio de la opción.

#### **2.4.3.2 Derivación de la ecuación Black – Scholes**

En general, para cualquier derivado T contingente<sup>16</sup> con precio f y subyacente con precio s:

---

<sup>16</sup> Contingente: que depende del precio del subyacente



1)  $dS = \mu S dt + \sigma S dz \rightarrow$  Movimiento Browniano Geométrico (para el subyacente)

2)  $df = \left( \frac{\partial f}{\partial S} \mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} (\sigma^2 S^2) \right) dt + \frac{\partial f}{\partial S} (\sigma S) dz \rightarrow$  Proceso para el contingente.

Donde  $dz = \varepsilon \sqrt{dt}; \varepsilon \rightarrow N(0,1)$ . Se quiere eliminar el  $dz$  (para tener un portafolio libre de riesgo).

Consideramos el portafolio:

- $\alpha = + \frac{\partial f}{\partial S}$  : unidades de la acción (una posición larga)
- $-1$  : unidad del derivado (una posición corta)

$\Rightarrow$  el valor del portafolio es:  $\Pi = -f + \frac{\partial f}{\partial S} S$

$\Rightarrow d\Pi = -df + \frac{\partial f}{\partial S} dS$ ; en tiempo  $dt$ .

Sustituyendo:

$$d\Pi = -\left(\frac{\partial f}{\partial S}\mu S + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}(\sigma^2 S^2)\right)dt - \frac{\partial f}{\partial S}(\sigma S)dz + \frac{\partial f}{\partial S}(\mu Sdt + \sigma Sdz)$$

$$\Rightarrow d\Pi = \left(-\frac{\partial f}{\partial t} - \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}(\sigma^2 S^2)\right)dt$$

Nos damos cuenta que ha sido eliminada la fuente de incertidumbre  $dz$ , y también el retorno esperado subjetivo  $\mu$ .

Por lo tanto se tiene un portafolio libre de riesgo en  $dt$  si y solo si hay una correlación perfecta entre la acción y el derivado. A  $\alpha$  se la denomina generalmente “ $\Delta$ ”.

$$\Rightarrow d\Pi = \left(-\frac{\partial f}{\partial t} - \frac{1}{2}\frac{\partial^2 f}{\partial S^2}(\sigma^2 S^2)\right)dt = r\Pi dt \text{ (la tasa que gana el}$$

portafolio sin riesgo en  $dt$ ).

$$\frac{\partial \Pi}{\Pi} = r$$

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

$$\Rightarrow \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{\partial f}{\partial S} rS + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} (\sigma^2 S^2) = rf \quad \forall t \leq T$$

Que es la Ecuación de Black – Scholes (PDE), ecuación determinística.

$$\text{Todo derivado debe satisfacer: } \frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2}$$

Condiciones Terminales (de frontera):

$$\Rightarrow \text{Opción Call: } f_t = \max(S_t - k, 0)$$

$$\Rightarrow \text{Opción Put: } f_t = \max(k - S_t, 0)$$

La ecuación se cumple en todo caso (incluyendo caso Riesgo – Neutral) si el valor esperado en el mundo, riesgo neutral en  $t = T$  es:

$$C_t = \hat{E}[\max(S_t - k, 0)]$$

Para  $t < T$ : Traemos a valor presente

$$C_t = e^{-r(T-t)} \hat{E}[\max(S_t - k, 0)]$$

$$C_t = e^{-r(T-t)} \int_{S_t=k}^{\infty} (S_t - k) F(S_T) dS_T$$

Realizando la siguiente transformación  $S_t = e^\mu \rightarrow \mu = \ln S_t$  tenemos que  $\mu$  sigue una distribución normal.

$$\Rightarrow f(\mu) = \frac{1}{\sigma \sqrt{T-t} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[ \frac{\mu - \left[ \ln S + \left( r - \frac{\sigma^2}{2} \right) (T-t) \right]}{\sigma \sqrt{T-t}} \right]^2}$$

Entonces:

$$C_t = e^{-r(T-t)} \int_{\mu=\ln k}^{\infty} (e^\mu - k) F(\mu) e^\mu d\mu$$

Luego se llega a dos integrales:

$$1. e^{-r(T-t)} \int_{\mu=\ln k}^{\infty} e^{2\mu} F(\mu) d\mu = S_t N(d_1)$$

$$2. -k e^{-r(T-t)} \int_{\mu=\ln k}^{\infty} e^\mu F(\mu) d\mu = -k e^{-r(T-t)} N(d_2)$$

Se obtiene la siguiente fórmula:

$$C_t = S_t * N(d_1) - k * e^{-r(T-t)} * N(d_2)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{k}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)}{\sigma\sqrt{T - t}}$$

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

y:

$C_t$  = Valor actual de la CALL.

$S_t$  = Valor actual del activo subyacente

$k$  = Precio del ejercicio

$r$  = Tasa interés libre de riesgo para el mismo periodo que la CALL

$T$  = Tiempo hasta la liquidación de la CALL, en términos de un año (plazo / 360 días).

$\sigma$  = Desviación estándar esperada del activo subyacente que se va a calcular

$\ln$  = logaritmo natural.

$e$  = Base del logaritmo natural

$N(d)$  = Probabilidad de que en una distribución normal cualquier número  $X$  sea menor que  $d$  ( a calcular).

Si se eliminara el componente  $N(d)$  la fórmula quedaría:

$$C = S_t - \frac{k}{(1+r)^t}$$

Es decir el valor de la CALL al momento del ejercicio sería igual al precio de la acción menos el valor presente del precio del ejercicio. Si  $N(d)$  es igual a 1, entonces hay certeza absoluta en el ejercicio de la CALL, y por tanto el precio será  $S_t$  menos el valor presente de  $k$ . Si  $N(d)$  es cero quiere decir que no podremos ejercer la opción y por tanto la CALL vale 0.

El precio de la PUT se obtiene directamente a partir de la igualdad fundamental entre PUT y CALL, expresado de la siguiente manera:

$$C - P = S_t - k * e^{-r(T-t)}$$

y despejando  $p$  tenemos:

$$P = C - S_t + k * e^{-r(T-t)}$$

### 2.4.3.3 De la distribución binomial a la distribución lognormal

En el proceso de cálculo multiplicativo del modelo binomial podríamos suponer que el factor de descenso  $D$  es igual a la inversa del factor de ascenso  $U$ , lo que provocaría que los rendimientos del activo serían simétricos. Ahora bien, téngase en cuenta que para que ésto suceda deberemos medir dicho rendimiento a través del logaritmo de la relación entre el precio en un momento determinado ( $S_t$ ) y el del momento precedente ( $S_{t-1}$ ).

Esto es así debido a que, si por ejemplo, el precio de una acción durante tres instantes de tiempo consecutivos vale 100, 120 y 100 euros, respectivamente, sus rendimientos serán del 20% (es decir,  $20 \div 100$ ) y del -16,66% (es decir,  $-20 \div 120$ ), como se observa el valor absoluto de ambas cantidades no es simétrico aunque el ascenso y descenso sea el mismo en unidades monetarias, lo que cambia es la base sobre la que se calcula dicha variación. Sin embargo, si aplicamos el cálculo logarítmico obtendremos unos rendimientos de:

$\ln(120 \div 100) = 18,23\%$  y  $\ln(100 \div 120) = -18,23\%$ , lo que sí los hace simétricos. Por lo tanto, los precios que se distribuyen según una normal logarítmica tendrán unos rendimientos distribuidos normalmente, que serán calculados según la expresión:

$$r_t = \ln (S_t \div S_{t-1})$$

En la figura 2.12 se muestra un ejemplo de un árbol binomial donde los coeficientes de ascenso y descenso son, respectivamente,  $U = 1,2$  y  $D = 1/U = 0,833$ , que se extiende a lo largo de seis períodos y que comienza con un valor de la acción de \$ 100 . La amplitud de un árbol binomial dependerá del tamaño de  $U$  y del número de pasos en los que se descompone. El supuesto equivalente para un activo cuyos rendimientos se distribuyen según una normal, es que la varianza de los rendimientos es constante en cada período. Así, si la varianza del período es  $\sigma^2$ , la varianza para  $t$  años será  $\sigma^2_t$ . Mientras que la desviación típica será  $\sigma_t$  a la que se le suele denominar *volatilidad* del activo.



Figura #2.12

Arbol binomial de seis periodos y distribución de los precios.

						2986
					2488	
				2073		2073
			1728		1728	
		1440		1440		1440
	1200		1200		1200	
1000		1000		1000		1000
	833		833		833	
		694		694		694
			579		579	
				482		482
					402	
						335

Si  $s$  es la desviación típica de los rendimientos por período,  $t$  el número de años hasta el vencimiento y  $n$  el número de períodos en los que se subdivide  $t$ , el proceso binomial para el activo proporciona unos rendimientos normalmente distribuidos en el límite si:

$$U = e^{\sigma(\frac{t}{n})} \quad \text{y} \quad D = \frac{1}{U} = e^{-\sigma(\frac{t}{n})}$$

Así, por ejemplo, si  $S = \$ 1.000$ ;  $\sigma = 0,3$ ;  $t = 0,5$  años;  $R_f = 10\%$  y  $n = 10$  iteraciones (es decir, cada subperíodo es igual a 0,05 años):

$$U = e^{0,3\left(\frac{0,5}{10}\right)} = 1,06938 \quad \text{y} \quad D = \frac{1}{U} = 0,93512$$

Además, según las ecuaciones que vimos en el primer epígrafe obtendremos unos valores de las probabilidades neutrales al riesgo iguales a (el tipo de interés sin riesgo semestral es el 5%):

$$p = \frac{\left[1 + \frac{0,05}{10}\right] - 0,93512}{1,06938 - 0,93512} = 0,5204$$

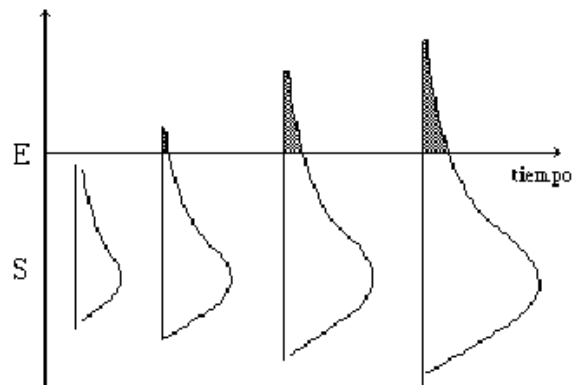
$$1 - p = 0,4796$$

Las distribuciones normal-logarítmicas de los precios tienen una forma semejante a una campana asimétrica y podemos pensar que conforme el tiempo va transcurriendo la distribución se va ampliando, lo mismo que le ocurre al árbol binomial. Se puede ver en la figura # 2.13 en la que se muestra una opción de compra *out-of-the-money*, comenzando en el momento cero cuando el precio de la acción subyacente es S, conforme el tiempo pasa la distribución se amplía hasta que una parte de ella supera, o no, al precio de ejercicio (E) en la fecha de vencimiento. En dicha fecha, los flujos de caja de la opción se representan por la zona sombreada que se encuentra por

encima de E. El valor actual de la opción de compra según el método de Black y Scholes es sencillamente el valor actual de dicha área.

**Figura #2.13**

**El valor de la opción aumenta conforme la distribución del precio aumenta al transcurrir el tiempo**



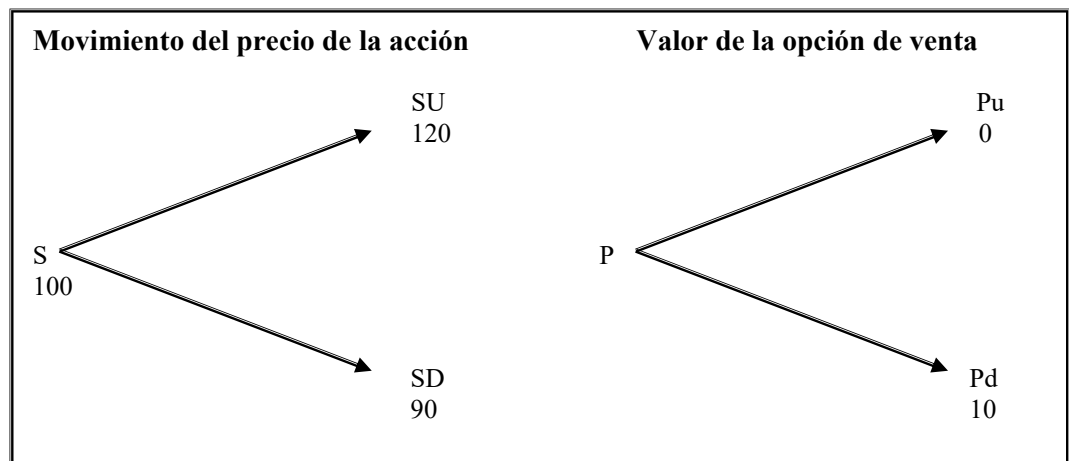
*Valoración de las opciones de venta:* ahora vamos a valorar una opción de venta (*put option*) teniendo en cuenta que puede ejercerse anticipadamente, si se trata de una de tipo americano, y que este ejercicio anticipado puede ser preferible a esperar a ejercerla en la fecha de vencimiento.

En la figura # 2.14 se muestra el esquema de los posibles movimientos de la acción ordinaria y del valor de la opción de venta en

la fecha de vencimiento (para un precio de ejercicio igual a \$ 100). Para calcular el valor de la opción de venta en el momento actual se trabajará de la misma manera que en el caso de la opción de compra.

**Figura #2.14**

**Distribución de los precios de la acción ordinaria y de los valores de la opción de venta**



La cobertura se puede obtener vendiendo un número determinado de acciones ordinarias y una opción de venta, simultáneamente. Sin embargo, para ser consistentes con la obtención del precio de las opciones de compra, supondremos que se adquirirán  $h_p$  acciones, donde  $h_p$  será el ratio de cobertura que tendrá signo negativo. Así pues:

a) Si el valor de la acción dentro de un período asciende, el valor del flujo de caja será  $h_pSU - P_u$

b) Si el valor de la acción dentro de un período desciende, el valor del flujo de caja será  $h_pSD - P_d$

Igualando ambas ecuaciones y despejando  $h_p$ , se obtiene el valor del ratio de cobertura:

$$h_p = \frac{P_u - P_d}{Sx(U - D)}$$

Así, por ejemplo, si sustituimos las variables por los valores que manejábamos en el caso anterior:

$$h_p = (0 - 10) \div [100x(1,2 - 0,9)] = -1/3$$

Si ahora repetimos los mismos desarrollos matemáticos que para las opciones de compra llegaremos a la expresión que nos da el valor de la opción de venta (P):

$$P = \frac{P_u p + P_d (1 - p)}{1 + R_f}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo y sabiendo que la *probabilidad intrínseca de ascenso*  $p$  se calcula de la misma forma que en el caso de las opciones de compra, obtendremos:

$$P = (0 \times 0,5333 + 10 \times 0,4666) \div (1,06) = 4,4025\$$$

Si ahora quisiéramos comprobar la paridad "put-call" no tendremos más que sustituir en la expresión:

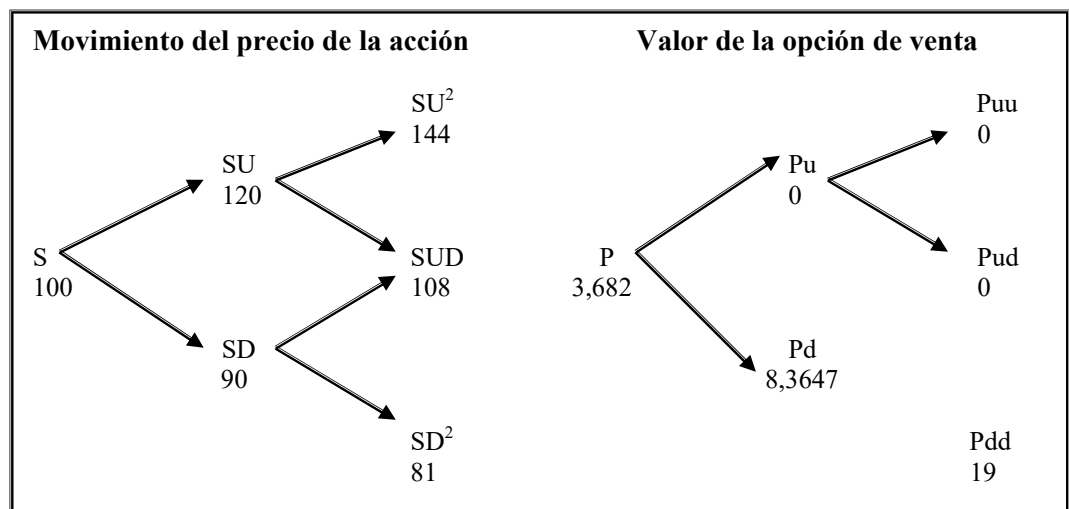
$$P = C - S + VA(E) = 10,06295 - 100 + (100 \div 1,06) = 4,4025\$$$

En el esquema de la figura # 2.15 se muestra el valor de la opción de venta de tipo europeo cuando hay dos períodos. El cálculo comienza por los valores de la derecha que son obtenidos a través de la conocida expresión  $\text{Máx}\{E-S,0\}$ , luego nos moveremos hacia la izquierda calculando los valores de las opciones de venta ( $P_u$  y  $P_d$ ) para terminar con el cálculo de la opción de venta europea hoy ( $\mathbf{P} = 3,682$ ). Si calculásemos el valor de la opción de venta americana la cosa cambiaría puesto que  $P_u = 0$  y  $P_d = 10$  (es decir, al poder ejercer

la opción de venta ganamos \$ 10, mientras que si no pudiéramos hacerlo el valor teórico de la opción sería \$ 8,3647, con lo que está claro que se ganan \$ 1,6353 si se puede ejercer la opción), lo que proporciona un valor de  $P = \$ 4,4025$ . Con ello se comprueba como el valor de la opción de venta americana es superior al valor de la opción de venta europea.

**Figura #2.15**

**Distribución de los precios de la acción ordinaria y de los valores de la opción de venta de tipo europeo en el caso de dos períodos**



## **CAPITULO 3**

### **3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS PRECIOS DE EXPORTACIÓN DE LOS BOTONES DE ROSAS ECUATORIANAS HACIA LOS E.E.U.U.**

A continuación se realizará un análisis estadístico sobre datos tomados de años anteriores sobre la exportación de botones de rosas frescas del Ecuador al mercado estadounidense realizado por una de las principales exportadoras de rosas del Ecuador, Bella Rosa, también se hará un breve análisis de la exportación total de rosas hacia el mercado estadounidense en todo el Ecuador. Los datos que se tienen de la exportadora constan desde el año de 1995 hasta el 2000 y también de los tres primeros meses del 2001; y los datos de la exportación total del Ecuador constan de los trimestres del año 2000 hasta el 2002.



Entre el análisis estadístico que se efectuará está el análisis Univariado, estimación de las volatilidades y la construcción de modelos GARCH (p,d,q).

### 3.1 Análisis Univariado

Las variables a analizarse son la cantidad de botones de rosas frescas ecuatorianas exportadas al mercado estadounidense y el precio de los mismos<sup>17</sup>.

#### **☞ Cantidad de botones de rosas frescas exportadas al mercado estadounidense**

En el año de 1995 se exportó un promedio mensual de 7216,66 botones de rosas frescas, teniendo una mayor demanda en febrero y luego cae de 4400 a 1600 en marzo, luego la demanda aumenta y disminuye cada mes, hasta llegar agosto, mes en que la demanda de rosas fue 0 y aumenta en un pequeño porcentaje en los dos últimos meses.

---

<sup>17</sup> Los datos para analizar éstas variables son en particular de la empresa exportadora a la que se mencionó anteriormente.

Como era de esperarse la desviación estándar de la demanda de botones de rosas es muy grande 11752,43 , esto se debe por las hipótesis antes mencionadas.

En el año de 1996 se exportó un promedio mensual de 12665 botones de rosas frescas, y se puede observar que el comportamiento en todos los meses es muy similar al de 1995, teniendo una mayor demanda en febrero y luego cae de 74575 a 2600 en marzo, en mayo aumenta nuevamente y a partir de junio se presenta casi constante. Con una desviación estándar de 19798,55 mayor a la del año anterior.

En el año de 1997 se exportó un promedio mensual de 39267 botones de rosas frescas, en este año la demanda fue muy variada, pero de igual manera que en años anteriores el mes de febrero tuvo la mayor demanda, siguiendo después el mes de abril y el mes de agosto, en noviembre disminuyó a 8400 botones y finalmente en diciembre la demanda llegó a 0. Con una desviación estándar de 25828,9947 un 23,34% mayor a la del año anterior.

En el año de 1998 se exportó un promedio mensual de 25803 botones de rosas frescas, al igual que en 1997 la demanda fue muy variada, pero de igual manera que en años anteriores el mes de febrero tuvo la

mayor demanda, siguiendo después los meses de enero, mayo y octubre, y los meses de menor demanda fueron marzo, junio, septiembre y diciembre. Con una desviación estándar de 23744,093 un 8,07% menor que la del año anterior.

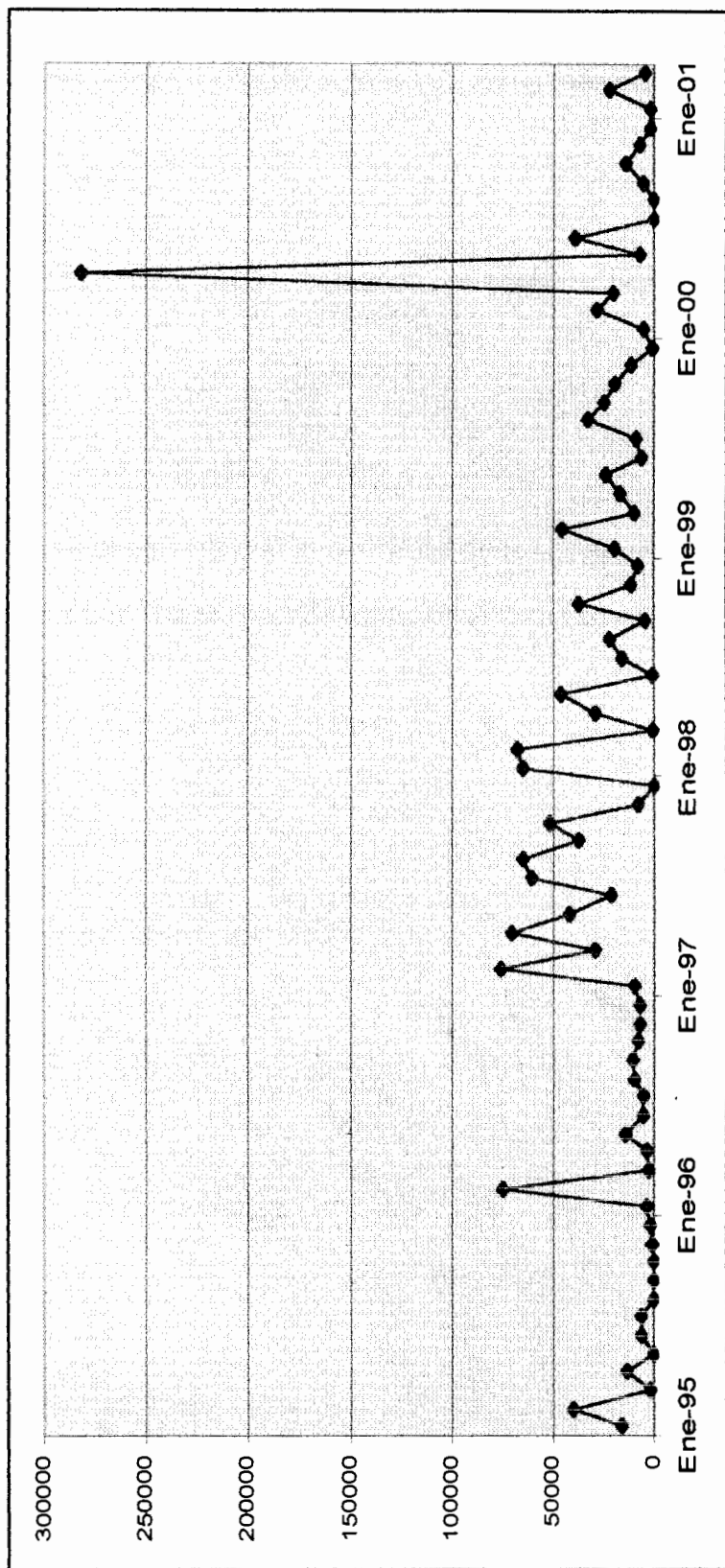
En 1999 se exportó un promedio mensual de 18363 botones de rosas frescas, se sigue observando que el mes de febrero tiene la mayor demanda de los botones de rosas, siguiendo después los meses de agosto, mayo y septiembre, y a partir del mes de agosto la demanda disminuye. Con una desviación estándar de 12390,63 un 47,81% menor que la del año anterior.

En el 2000 se exportó un promedio mensual de 34317 botones de rosas frescas, este año la demanda en el mes de febrero tuvo un comportamiento diferente al de los años anteriores, disminuyó a 28400 botones, cuando en promedio se exportaba de 60.000 a 70.000 botones, la mayor demanda de botones la tuvo el mes de abril, los demás meses se mantuvieron casi constantes pero la demanda no era muy alta.

En el gráfico # 3.1 se muestra la serie de los botones de rosas frescas exportadas en los últimos siete años.

Variación de la cantidad de botones de rosas exportadas al mercado estadounidense

(1995 - 2001)



CIB-ESPOL

ESPOL  
CIB-ESPOL

EL mes de abril del 2000, presenta la mayor demanda con 281800 botones de rosas frescas, mientras que en el resto de los meses la demanda es menor a 100000 botones de rosas mensualmente.

Los años de 1995 y 1996 la demanda fue similar así como en 1997 y 1998.

Con esto se puede ver que la demanda de rosas no sigue un patrón constante, puede tener muchas variaciones como se ve en los últimos siete años.

**Tabla # 3.1**

**Estadística descriptiva de los botones de rosas por año exportados por Bella Rosa**

**Periodo 1995 - 2000**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Media</b>	7216,66667	12664,5833	39266,6667	25803,3333	18362,5	34316,6667
<b>Desviación estándar</b>	11752,4337	19798,555	25828,9947	23744,093	12390,6329	78870,8707
<b>Máximo</b>	40400	74575	76000	67800	45400	281800
<b>Mínimo</b>	0	2600	0	1000	550	0
<b>Curtosis</b>	6,15347081	11,0671776	-1,37134799	-0,6669542	0,75724649	11,26888883

**Tabla # 3.2**  
**Estadística descriptiva de los botones de rosas exportados por la**  
**empresa**  
**(1995-2001)**

Tamaño de la muestra n (meses)	75
Máximo valor: en Abril del 2000	281.800
Mínimo valor: en Agosto, Septiembre, Octubre de 1995; Diciembre de 1997; y en Agosto del 2000	0
Mediana	10.000
Media	22.400
Intervalo de confianza para la media	$18.163 \leq \mu \leq 26.636$
Desviación estándar	36.685
Varianza	1.345.789
Kurtosis	34,54
Sesgo	4,95

La tabla # 3.2 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el precio promedio mensual de las unidades producidas de botones de rosas es de 22.400. La desviación estándar nos indica que las unidades producidas de botones de rosas se desvía en 36.685 unidades con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces las unidades producidas de botones de rosas caerá dentro de [ 18.163; 26.636] unidades.

## **🔗 Precio de los botones de rosas frescas exportadas al mercado estadounidense**

En 1995 se puede ver que en el mes de febrero, en donde el precio por botón es \$ 0,797 que es mucho mayor con respecto a los demás meses, luego sigue el mes de marzo con un precio de \$ 0,40 , a mediados del año disminuye su valor como en el mes de junio que llega a \$ 0,035 , y en los últimos meses va aumentando. El precio promedio de este año fue de \$ 0,22 por botón, con una desviación estándar de 0,23.

En 1996 se presenta la misma situación del año anterior con respecto al precio del mes de febrero, en donde el precio por botón es de \$ 0,65 que es mucho mayor con respecto a los demás meses, sin embargo el panorama cambia en el resto de los meses, donde se mantiene a un precio casi constante en un intervalo de \$ 0,20 y \$ 0,40 por botón. El precio promedio de este año fue de \$ 0,31 por botón, con una desviación estándar de 0,114 que es menor en un 51,24% a la obtenida en 1995.



En 1997 el mayor precio por botón de rosa es nuevamente en febrero a \$ 0,83 que es mucho mayor con respecto a los demás meses, después viene el mes de enero con un precio por botón de \$ 0,71 y su mínimo valor fue en el mes de julio y agosto a \$ 0,15 aproximadamente el botón de rosa. En el resto de los meses, se mantiene a un precio casi constante en un intervalo de \$ 0,10 y \$ 0,30 por botón. El precio promedio de este año fue de \$ 0,28 por botón, con una desviación estándar de 0,24 muy similar a la que se obtuvo en 1995.

En 1998 el mayor precio por botón de rosa es en febrero con un precio de \$ 0,68 llegando a su mínimo valor en el mes de julio con un precio por botón de \$ 0,13. En el resto de los meses, el precio por botón no varia mucho pero se encuentra en un intervalo más amplio entre \$ 0,10 hasta \$ 0,40 por botón de rosa. El precio promedio de este año fue de \$ 0,27 por botón, aproximadamente igual que en 1997 con una desviación estándar de 0,14.

En 1999 el mayor precio por botón de rosa es en febrero con un precio de \$ 0,71 luego disminuye notablemente en el mes de marzo con un precio de \$ 0,11 por botón de rosa. En los siguientes meses, el precio por botón se mantiene constante pero al igual que el año anterior su precio se devalúa en gran cantidad encontrándose en un intervalo de \$ 0,08 hasta \$ 0,20 por botón de rosa, y finalmente en Diciembre aumenta a un precio de \$ 0,36. El precio promedio de este año fue de \$ 0,21 por botón, con una desviación estándar de 0,18 un poco mayor a la de 1998.

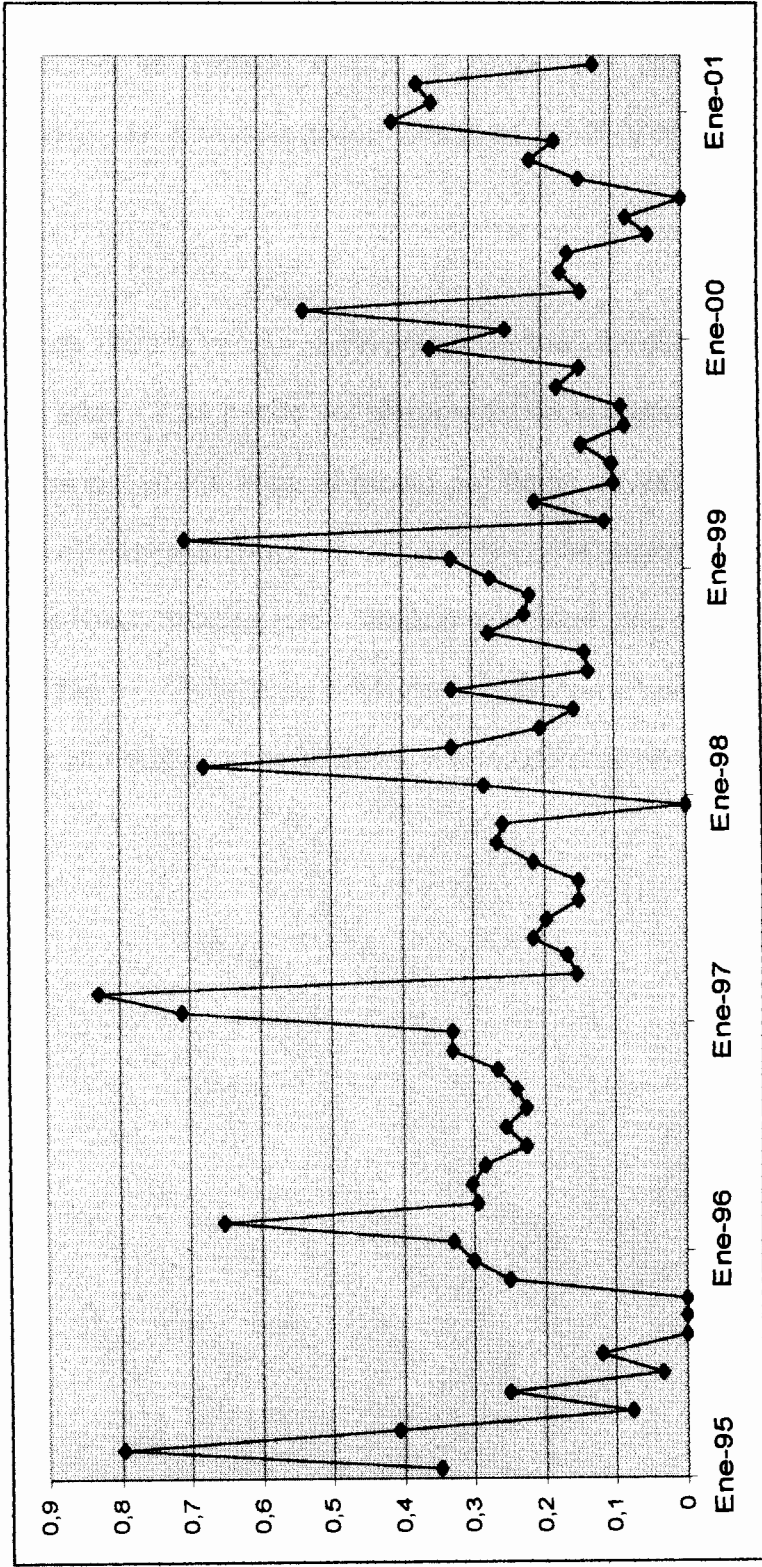
En el 2000 el mayor precio por botón de rosa es nuevamente en el mes de febrero con un precio de \$ 0,54 al igual que en 1999 disminuye en el mes de marzo con un precio de \$ 0,14 por botón de rosa, alcanzando su mínimo valor en el mes de junio con un precio de \$ 0,048. En los siguientes meses el precio va aumentando mes a mes y finalmente en Diciembre aumenta a un precio de \$ 0,41 muy próximo al precio del mes de febrero. El precio promedio de este año fue de \$ 0,195 por botón, con una desviación estándar de 0,15.

Gráfico # 3.2

Variación de los precios reportados de los botones de rosas exportadas al mercado estadounidense por Bella

Rosa

(1995 - 2001)



Como se puede ver en el *gráfico # 3.2*, en general en estos últimos siete años no ha variado mucho el precio por botón de rosa, manteniéndose en promedio con un precio de \$ 0,25 y una desviación de \$ 0,18.

En el año de 1995 la variación del precio fue más irregular que en los siguientes años. Y se puede ver claramente en el *gráfico # 3.2* que a medida que pasan los años el precio por botón va perdiendo valor, incluso en el mes de febrero que es cuando existe mayor demanda de botones de rosas frescas, cabe recalcar que en el mes de febrero del año 2000 fue muy baja la cantidad exportada, sin embargo el precio fue el más alto que en el resto de los meses de este año.

**Tabla # 3.3**

**Estadística descriptiva de los precios reportados de los botones de rosas por año exportados por Bella Rosa**

**Periodo 1995 - 2000**

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Media</b>	0,215463182	0,311957531	0,276587207	0,271301433	0,212584962	0,195671892
<b>Desviación estándar</b>	0,233932043	0,114046752	0,24182026	0,144756856	0,180096415	0,149592581
<b>Máximo</b>	0,797227723	0,652390211	0,829078947	0,678023599	0,705903084	0,536338028
<b>Mínimo</b>	0,0356	0,226923077	0,15096	0,134691358	0,081829268	0,048
<b>Kurtosis</b>	2,501993886	8,614393875	2,225341683	6,09639316	5,082891672	1,557359341

**Tabla # 3.4**  
**Estadística descriptiva de los precios reportados de los botones de**  
**rosas exportados por la empresa**  
**(1995-2001)**

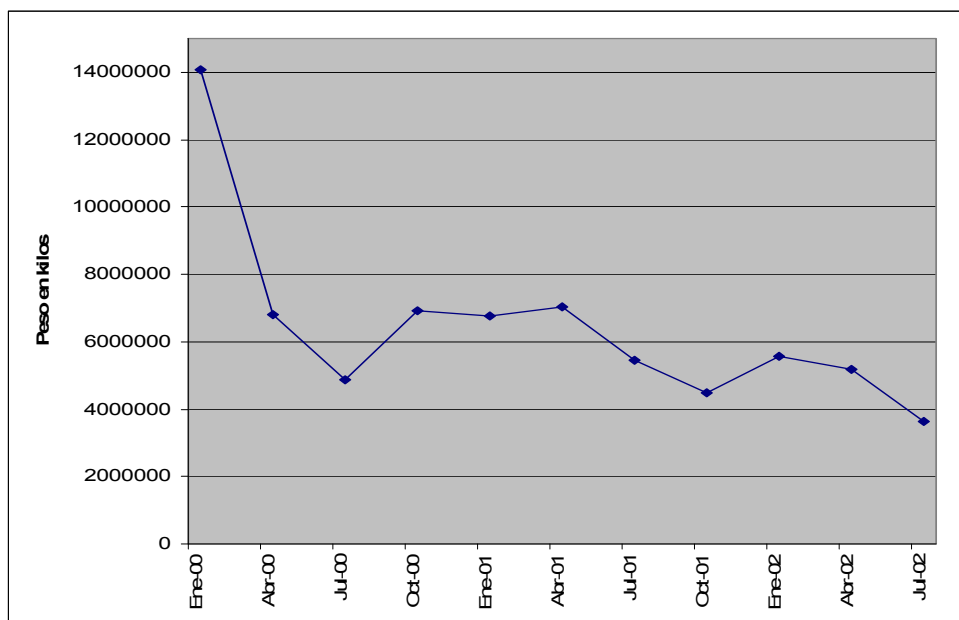
Tamaño de la muestra n (meses)	75
Máximo valor: en Febrero de 1997	0,829
Mínimo valor: en Junio de 1995	0,035
Mediana	0,217
Media	0,248
Intervalo de confianza para la media	$0,2440 \leq \mu \leq 0,2534$
Desviación estándar	0,1797
Varianza	0,032
Kurtosis	5,147
Sesgo	1,40

La tabla # 3.4 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el precio promedio mensual del botón de rosa es de \$ 0,248 dólares. La desviación estándar nos indica que el precio mensual del botón de rosa se desvía en \$ 0,1797 dólares con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces el precio promedio mensual del botón de rosa caerá dentro de [ 0,2440; 0,2534] dólares.

Para analizar la exportación de botones de rosas de todas las empresas ecuatorianas, se cuentan con datos trimestrales por kilo de rosas desde el 2000 hasta el 2002, también se hará el análisis en conjunto para el resto de las flores.

**↳ Peso en kilos de las flores en general excepto las rosas exportadas por el Ecuador hacia Estados Unidos**

**Gráfico # 3.3**  
**Comportamiento trimestral del peso en kilos de las flores en general en el Ecuador**  
**( 2000 – 2002 )**



Como se puede ver en el *gráfico # 3.3* en el primer trimestre del 2000 se exportaron más kilos de rosas que en el resto de los años, manteniéndose actualmente entre los [4.000.000 ; 8.000.000] de kilos exportados.

**Tabla # 3.5**  
**Estadística descriptiva del peso en kilos de las flores en general**  
**en el Ecuador**  
**(excepto rosas: 2000-2002)**

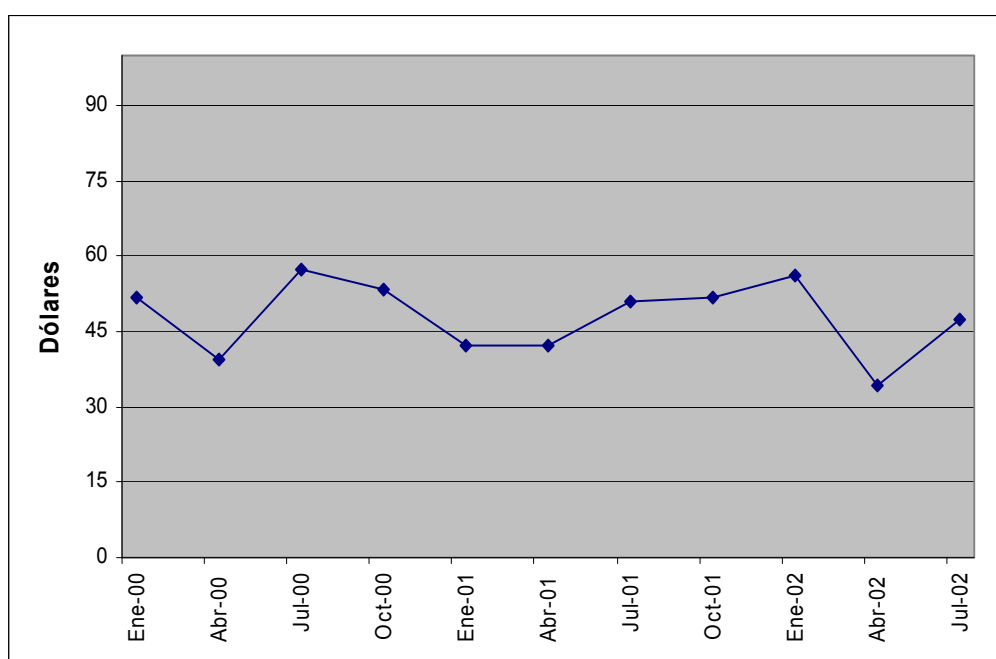
Tamaño de la muestra n (Trimestres)	11
Máximo valor: Primer trimestre del 2000	14.059.184
Mínimo valor: Tercer trimestre del 2002	3.621.665
Mediana	5.569.811
Media	6.434.206
Intervalo de confianza para la media	$4.800.797 \leq \mu \leq 8.067.614$
Desviación estándar	2.763.981
Varianza	7.639.590
Kurtosis	6,53
Sesgo	2,02



La tabla # 3.5 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el peso en kilos de las flores en general (excepto las rosas) es de 6.434.206 kilos. La desviación estándar nos indica que el peso en kilos de las flores en general (excepto las rosas) se desvía en 2.763.981 kilos con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces el peso en kilos de las flores en general (excepto las rosas) caerá dentro de [ 4.800.797 ; 8.067614] kilos.

📍 Precio por kilo de las flores en general excepto las rosas, exportadas hacia el mercado estadounidense en el Ecuador

**Gráfico # 3.4**  
**Comportamiento trimestral del peso en kilos de las flores en general en el Ecuador**  
**( 2000 – 2002 )**



Como se puede ver en el *gráfico # 3.4* el precio por kilo de flores exportadas hacia Estados Unidos se mantiene casi constante entre [ 30 ; 60 ] dólares aproximadamente.

Tabla # 3.6

**Estadística descriptiva del precio por kilo de las flores en general  
(Excepto rosas: 2000-2002)**

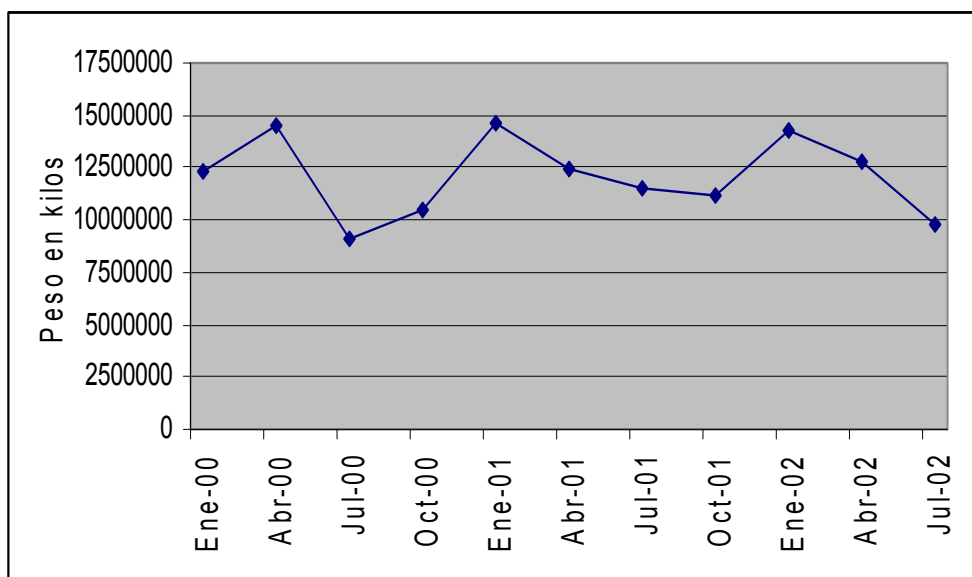
Tamaño de la muestra n (Trimestres)	11
Máximo valor: Tercer trimestre del 2000	57,36
Mínimo valor: Segundo trimestre del 2002	34,08
Mediana	51,09
Media	47,90
Intervalo de confianza para la media	$43,484 \leq \mu \leq 52,318$
Desviación estándar	7,47
Varianza	55,80
Kurtosis	2,03
Sesgo	-0,48

La tabla # 3.6 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el precio por kilos de las flores en general (excepto las rosas) es de \$ 47,90 dólares. La desviación estándar nos indica que el precio por kilos de las flores en general (excepto las rosas) se desvía en \$ 7,47 dólares con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces el precio por kilos de las flores en general (excepto las rosas) caerá dentro de [43,484 ; 52,318] dólares.

📍 **Peso en kilos de las rosas exportadas por el Ecuador hacia el mercado estadounidense**

**Gráfico # 3.5**

**Comportamiento trimestral del peso en kilos de las rosas en el Ecuador  
( 2000 – 2002 )**



Como se puede ver en el gráfico # 3.5 el peso en kilos de las rosas exportadas hacia el mercado estadounidense en el periodo 2000 – 2002 se ha mantenido entre los [ 7.500.000 ; 15.000.000] de kilos.

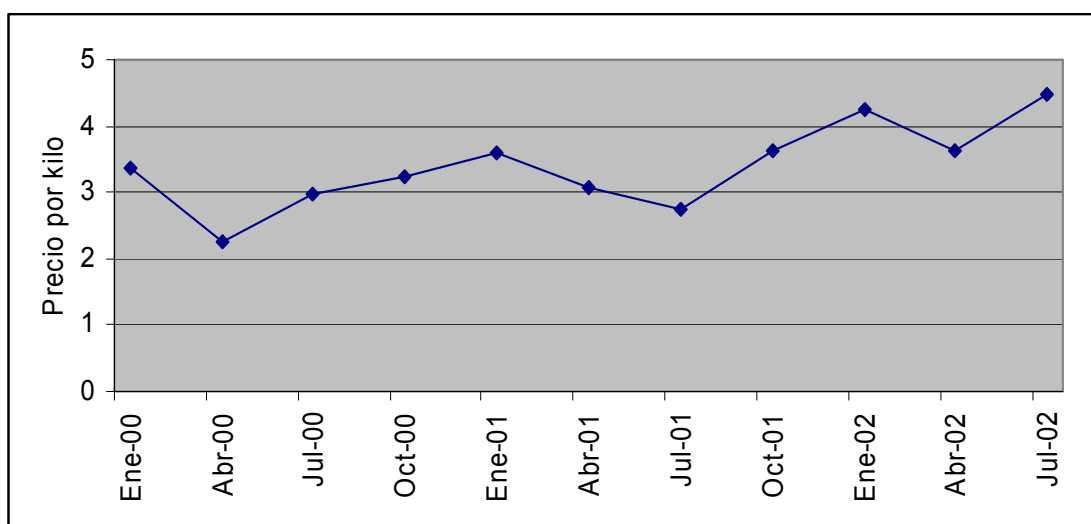
**Tabla # 3.7**  
**Estadística descriptiva del peso en kilos de las rosas en el**  
**Ecuador**  
**( 2000 – 2002 )**

Tamaño de la muestra n (Trimestres)	11
Máximo valor: Primer trimestre del 2001	14.619.540
Mínimo valor: Tercer trimestre del 2000	9.136.312
Mediana	12.329.319
Media	12.095.351
Intervalo de confianza para la media	$10.980.926 \leq \mu \leq 13.209.776$
Desviación estándar	1.885.781
Varianza	3.556.169 E+06
Kurtosis	1,84
Sesgo	-0,044

La tabla #3.7 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el peso en kilos de las rosas es de 12.095.351 kilos. La desviación estándar nos indica que el peso en kilos de las rosas se desvía en 1.885.781 kilos con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces el peso en kilos de las rosas caerá dentro de [ 10.980.926 ; 13.209.776] kilos.

🔗 **Precio por kilo de rosa exportadas por el Ecuador hacia el mercado estadounidense**

**Gráfico # 3.6**  
**Comportamiento trimestral del precio por kilos de rosas en el Ecuador**  
**( 2000 – 2002 )**



En el *gráfico # 3.6* se puede observar que el precio por kilo de rosa exportada se encuentre entre los \$ 2 y \$ 4 dólares, pero a medida que pasa el tiempo, el precio tiende a la alza.

**Tabla # 3.8**  
**Estadística descriptiva del precio por kilo de rosa**  
**( 2000-2002 )**

Tamaño de la muestra n (Trimestres)	11
Máximo valor: Tercer trimestre del 2000	4,46
Mínimo valor: Segundo trimestre del 2002	2,25
Mediana	3,36
Media	3,38
Intervalo de confianza para la media	$3,005 \leq \mu \leq 3,75$
Desviación estándar	0,634
Varianza	0,4019
Kurtosis	2,54
Sesgo	0,046

La tabla #3.8 nos muestra toda la información válida para un análisis, por ejemplo tenemos a la media que nos indica que el precio por kilos de las rosas es de \$ 3,38 dólares. La desviación estándar nos indica que el precio por kilos de las rosas se desvía en \$ 0,634 dólares con respecto a la media mensual. También tenemos un intervalo de confianza del 95% para la media mensual, que nos indica que de 100 veces al menos 95 veces el precio por kilos de las rosas caerá dentro de [ 3,005 ; 3,75] dólares.

### **3.2 Estimación de las Volatilidades y rentabilidad esperada.**

Habíamos dicho que en un modelo de valoración de opciones, para este caso el precio de los botones de rosas frescas, sigue una caminata aleatoria (Random Walk), es decir los cambios proporcionales en el precio de las acciones en un corto período de tiempo se distribuye normalmente, por lo que en un tiempo futuro sigue una distribución lognormal. Esto se debe a que la variable precios, no puede tener valores negativos, tal es el caso de trabajar con la distribución normal, mientras que una variable lognormal solo toma valores positivos y es asimétrica con respecto a la media.

Para considerar el comportamiento del precio de los botones de rosas frescas se deben incluir dos parámetros fundamentales, como son:

- ❖ El rendimiento esperado de los botones de rosas.
- ❖ La volatilidad del precio de los botones de rosas.



La rentabilidad esperada es la media anual que los inversores adquieren en un lapso de tiempo corto, esta la denotaremos por  $\mu$ ; Mientras la volatilidad es la medida de incertidumbre que se tiene con respecto a la variación de los precios de los botones de rosas frescas en un futuro, la denotaremos por  $\sigma$ .

### **3.2.1 Rentabilidad Esperada.**

La rentabilidad esperada tiene que ver directamente con el riesgo de invertir en acciones, ya que si el riesgo es alto la rentabilidad esperada será alta. El tipo de interés también influye en la rentabilidad, a un tipo de interés libre de riesgo alto, se necesitará mayor rentabilidad esperada sobre la acción.

### **3.2.2 Volatilidad.**

La volatilidad de las acciones está medida por la desviación típica, es una medida de la incertidumbre sobre las rentabilidades que proporcionan los diferentes títulos negociables.

Se la expresa de manera porcentual, es decir al hablar de una volatilidad del 20% indicaría que esa acción tiene una desviación típica de 0,20.

### **3.2.2.1 Estimación de la volatilidad**

Para calcular la volatilidad se debe usar un registro donde se vea claramente las variaciones de los precios de los botones de rosas frescas durante cierto lapso de tiempo, los datos deben estar a intervalos de tiempos fijos, estos pueden ser diarios, semanales, o mensuales.

Definamos los siguientes parámetros:

$n$  = número de observaciones

$S_i$  = Precio de los botones de rosas al final del período  $i$ .

( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ )

T = duración del intervalo de tiempo en años.

También se tiene que una estimación estándar de  $S(\sigma)$  es:

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

Y la desviación estándar de  $\mu$  se expresa de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\mu_i - \bar{\mu})^2}$$

que también se puede expresar como:

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

Así se tiene que:

$$\sum_{i=1}^{799} u_i = -0.262438 \quad y \quad \sum_{i=1}^{799} u_i^2 = 0.484098$$

Y un estimador de la desviación estándar del retorno diario es:

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{799} u_i^2}{798} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{799} u_i\right)^2}{798 * 799}} = 0.0246278$$

Los precios de los botones de rosas están medidos en los días laborables de la semana, asumiendo que hay 252 días laborables por año, entonces la volatilidad estimada por año es de: 39.10 %<sup>18</sup>. Esta es la volatilidad estimada para los datos de los precios de las rosas exportadas por la empresa analizada anteriormente.

---

<sup>18</sup> El calculo de las volatilidades se encuentra en el Apéndice 1

El error estándar de esta estimación es:

$$\frac{s}{\sqrt{2n}} = \frac{0.390955}{39.9749} = 0.00978, \text{ equivalente al } 0.978\% \text{ anual.}$$

### 3.3 Modelos Garch (p,d,q)

Antes de comenzar a describir los modelos Garch, debemos conocer como se comportan los procesos auto regresivos. Un proceso auto regresivo de orden p (denotado como AR(p)) para una variable  $y_t$  tiene la siguiente forma:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \phi_3 y_{t-3} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \mu_t \quad [3.3.1]$$

donde  $\mu_t$  es un ruido blanco:

$$E(\mu_t) = 0 \quad [3.3.2]$$

$$E(\mu_t, \mu_{t-s}) = \begin{cases} \sigma^2, & t = T \\ 0, & \text{sin o} \end{cases} \quad [3.3.3]$$

El proceso es estacionario si las raíces de la ecuación

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

están fuera del círculo unitario. El pronóstico lineal óptimo de el nivel de  $y_t$  para un proceso auto regresivo de orden  $p$  es:

$$\hat{E}(y_t / y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \phi_3 y_{t-3} + \dots + \phi_p y_{t-p} \quad [3.3.4]$$

donde  $\hat{E}(y_t / y_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$  denota la proyección lineal de  $y_t$  sobre una constante y  $(y_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$ . Mientras que la media condicional de  $y_t$  cambia a través del tiempo, la media incondicional de  $y_t$  es constante:

$$E(y_t) = \frac{c}{1 - \phi_1 - \phi_2 - \phi_3 - \dots - \phi_p}$$

Aunque [3.3.3] implica que la variación incondicional de  $\mu_t$  es la constante  $\sigma^2$ , la varianza de  $\mu_t$  puede cambiar a través del tiempo. Un acercamiento es describir el cuadrado de los errores  $\mu_t$  como un proceso AR(m)

$$\mu_t^2 = \zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2 + w_t \quad [3.3.5]$$

Donde  $w_t$  es un nuevo proceso del ruido blanco con media cero, varianza  $\lambda^2$  y  $E(w_t w_{t-s}) = 0$  para  $t \neq s$

Como  $\mu_t$  es el error en la predicción de  $y_t$ , la expresión [3.3.5] implica que la proyección lineal de los cuadrados de los errores de  $y_t$ , sobre los  $m$  anteriores errores de previsión cuadrados se dan por:

$$\hat{E}(\mu_t^2 / \mu_{t-1}^2, \mu_{t-2}^2, \dots) = \zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2 \quad [3.3.6]$$

Un proceso de ruido blanco que satisfaga [3.3.5], se lo describe como un proceso heterocedástico condicional autoregresivo de orden  $m$ , denotado por:  $\mu_t \sim ARCH(m)^{19}$ .

Debido a que el componente  $\mu_t$  es aleatorio y sus cuadrados no pueden ser negativos, estos pueden ser una sensible representación sólo si la proyección lineal de los cuadrados de los errores de  $y_t$ , sobre los  $m$  errores de previsión cuadrados [3.3.6], es positiva y la regresión de los  $\mu_t^2$  sobre sus retardos [3.3.5], es no negativa para toda realización de  $\{\mu_t\}$ . Esto puede asegurarse si  $w_t$  se limita por debajo a través de  $-\zeta$  con  $\zeta > 0$ , y si  $\alpha_j \geq 0$ , para  $j = 1, 2, \dots, m$ . Para que  $\mu_t^2$  sea estacionario en covarianza, nosotros requerimos más allá que las raíces de

$$1 - \alpha_1 Z - \alpha_2 Z^2 - \dots - \alpha_m Z^m = 0$$

---

<sup>19</sup> Esta clase de procesos fue introducida por Engle (1982).



caigan fuera del círculo unitario. Si los coeficientes  $\alpha_j$  son todos no negativos, esto es equivalente a el requerimiento que:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_m < 1 \quad [3.3.7]$$

Cuando estas condiciones son satisfechas, la varianza incondicional de  $\mu_t$  está dada por:

$$\sigma^2 = E(\mu_t^2) = \zeta / (1 - \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \dots + \alpha_m) \quad [3.3.8]$$

A veces es conveniente usar una representación alternativa para un proceso ARCH(m) que impone sumisiones ligeramente más fuertes sobre la dependencia de serie de  $\mu_t$ . Supongamos que:

$$\mu_t = \sqrt{h_t} v_t \quad [3.3.9]$$

donde  $\{v_t\}$  es una secuencia independiente e idénticamente distribuida con media cero y varianza 1.

Si  $h$  evoluciona según

$$h_t = \zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2 \quad [3.3.10]$$

Entonces [3.3.9] implica que:

$$E(\mu_t^2 / \mu_{t-1}, \mu_{t-2}, \dots) = \zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2 \quad [3.3.11]$$

Si  $\mu_t$  se genera por [3.3.9] y [3.3.10], entonces  $\mu_t$  sigue un proceso  $ARCH(m)$  en el cual la proyección lineal de los errores al cuadrado [3.3.6] es además la esperanza condicional. Además, cuando [3.3.9] y [3.3.10] son sustituidas en la regresión de los cuadrados de  $\mu_t$  sobre sus retardos y una constante [3.3.5], el resultado es:

$$h_t v_t^2 = h_t + w_t$$

Bajo la especificación en [3.3.9], la innovación de  $w_t$  en la representación del  $AR(m)$  para  $\mu_t^2$  en [3.3.5] puede ser expresada como:

$$w_t = h_t(v_t^2 - 1) \quad [3.3.12]$$

Note de [3.3.12] que a través de la varianza incondicional de  $w_t$  fue asumida como constante:

$$E(w_t^2) = \lambda^2 \quad [3.3.13]$$

la varianza condicional cambia a través del tiempo.

La varianza incondicional de  $w_t$  refleja el cuarto momento de  $\mu_t$ , y este cuarto momento no existe para todos los modelos estacionarios *ARCH*. Si elevamos al cuadrado [3.3.12] y calculamos la esperanza incondicional en ambos lados de la ecuación, se tiene:

$$E(w_t^2) = E(h_t^2) * E(v_t^2 - 1)^2 \quad [3.3.14]$$

Tomando el modelo *ARCH*(1), por ejemplo, podemos encontrar con una pequeña manipulación de fórmulas para la media y varianza de un proceso *AR*(1) que:

$$\begin{aligned}
E(h_t^2) &= E(\zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2)^2 = E\{(\alpha_1^2 \cdot v_{t-1}^4) + (2\zeta \alpha_1 \mu_{t-1}^2) + \zeta^2\} \\
&= \alpha_1^2 \left[ \text{Var}(\mu_{t-1}^2) + \left[ E(\mu_{t-1}^2) \right]^2 \right] + 2\zeta \alpha_1 \cdot E(\mu_{t-1}^2) + \zeta^2 \quad [3.3.15]
\end{aligned}$$

$$= \alpha_1^2 \left[ \frac{\lambda^2}{1-\alpha_1^2} + \frac{\zeta^2}{(1-\alpha_1)^2} \right] + \frac{2\zeta^2 \alpha_1}{1-\alpha_1} + \zeta^2$$

$$= \frac{\alpha_1^2 \lambda^2}{1-\alpha_1^2} + \frac{\zeta^2}{(1-\alpha_1)^2}$$

Sustituyendo [3.3.15] y [3.3.13] en [3.3.14], se concluye que  $\lambda^2$  (la varianza incondicional de  $w_t$ ) satisface

$$\lambda^2 = \left[ \frac{\alpha_1^2 \lambda^2}{1-\alpha_1^2} + \frac{\zeta^2}{(1-\alpha_1)^2} \right] x E(v_t^2 - 1)^2 \quad [3.3.16]$$

Siempre que  $|\alpha_1| < 1$ , la ecuación [3.3.16] no puede tener solución real para  $\lambda$ . Por ejemplo, si  $v_t \sim N(0,1)$ , entonces  $E(v_t^2 - 1)^2 = 2$  y [3.3.16] requiere que

$$\frac{(1 - 3\alpha_1^2)\lambda^2}{1 - \alpha_1^2} = \frac{2\zeta^2}{(1 - \alpha_1)^2}$$

Esta ecuación no tiene solución real para  $\lambda$  siempre que  $\alpha_1^2 \geq 1/3$ . Así, si  $\mu_t \sim \text{ARCH}(1)$ , con la innovación  $v_t$  en [3.3.9] tiene una distribución gaussiana, entonces el segundo momento de  $w_t$  (o el cuarto momento de  $\mu_t$ ) no existe al menos que  $\alpha_1^2 < 1/3$ .

### 3.3.1 Modelos autoregresivos con heterocedasticidad condicional generalizados (GARCH)

La ecuación [3.3.9] y [3.3.10] describe un proceso  $\text{ARCH}(m)$  ( $\mu_t$ ) caracterizado por

$$\mu_t = \sqrt{h_t} \cdot v_t$$

donde  $v_t$  es independiente e idénticamente distribuida con media cero y varianza uno y donde  $h_t$  evoluciona según:

$$h_t = \zeta + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2$$

Más generalmente, podemos imaginar un proceso para el cual la varianza condicional depende de un infinito número de retardos de

$$\mu_{t-j}^2.$$

$$h_t = \zeta + \Pi(L) \mu_t^2 \quad [3.3.1.1]$$

Donde

$$\Pi(L) = \sum_{j=1}^{\infty} \Pi_j L^j$$

Una idea natural es parametrizar  $\Pi(L)$  como el ratio de dos polinomios de orden finito.

$$\Pi(L) = \frac{\alpha(L)}{1 - \delta(L)} = \frac{\alpha_1 L^1 + \alpha_2 L^2 + \dots + \alpha_m L^m}{1 - \delta_1 L^1 + \delta_2 L^2 + \dots + \delta_r L^r} \quad [3.3.1.2]$$

Ahora se asume que las raíces de la ecuación  $1 - \delta(z) = 0$  están fuera del círculo unitario. Si [3.3.1.2] es multiplicado por  $1 - \delta(L)$ , el resultado es:

$$[1 - \delta(L)]h_t = [1 - \delta(L)]\zeta + \alpha(L)\mu_t^2$$

o

$$h_t = k + \delta_1 h_{t-1} + \delta_2 h_{t-2} + \dots + \delta_r h_{t-r} + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \mu_{t-m}^2 \quad [3.3.1.3]$$

para  $k = [1 - \delta_1 - \delta_2 - \dots - \delta_r]\zeta$ . La expresión [3.3.1.3] es el modelo

auto regresivo heterocedástico condicional denotado como:  $\mu_t \sim$

$GARCH(r,m)^{20}$ .

---

<sup>20</sup> Propuesto por Bollerslev en 1986

La primera suposición de una de las expresiones [3.3.1.2] y [3.3.1.3] puede ser que  $\delta(L)$  describe el término auto regresivo para la varianza mientras  $\alpha(L)$  captura el término de medias móviles. Sin embargo este no es el caso. El camino más fácil para verlo es añadiendo en ambos lados de [3.3.1.3] y rescribiendo la expresión resultante como:

$$\begin{aligned}
 h_t + \mu_t^2 &= k - \delta_1(\mu_{t-1}^2 - h_{t-1}) - \delta_2(\mu_{t-2}^2 - h_{t-2}) - \dots - \delta_r(\mu_{t-r}^2 - h_{t-r}) + \\
 &\delta_1\mu_{t-1}^2 + \delta_2\mu_{t-2}^2 + \dots + \delta_r\mu_{t-r}^2 + \alpha_1\mu_{t-1}^2 + \alpha_2\mu_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m\mu_{t-m}^2 + \mu_t^2 \\
 \mu_t^2 &= k + (\delta_1 + \alpha_1)\mu_{t-1}^2 + (\delta_2 + \alpha_2)\mu_{t-2}^2 + \dots + (\delta_p + \alpha_p)\mu_{t-p}^2 \\
 &+ w_t - \delta_1 w_{t-1} - \delta_2 w_{t-2} - \dots - \delta_r w_{t-r} \quad [3.3.1.4]
 \end{aligned}$$

Donde  $w_t \equiv \mu_t^2 - h_t$  y  $p \equiv \max\{m, r\}$ , además se define  $\delta_j \equiv 0$  para  $j > r$  y  $\alpha_j \equiv 0$  para  $j > m$ . Note que  $h_t$  es la previsión de  $\mu_t^2$  basado en sus propios retardos y así  $w_t \equiv \mu_t^2 - h_t$  es el error asociado con



esta previsión. Así  $w_t$  es un proceso de ruido blanco que es fundamental para  $\mu_t^2$ . La expresión [3.3.1.4] puede ser reconocida como un proceso ARMA(p,r) para  $\mu_t^2$ , en el cual el coeficiente auto regresivo *j*th es la suma de  $\delta_j$  más  $\alpha_j$  mientras el coeficiente de medias móviles *j*th es el negativo de  $\delta_j$ . Si  $\mu_t$  es descrito por un proceso GARCH(r,m), entonces  $\mu_t^2$  sigue un proceso ARMA(p,r), donde p es el valor más grande entre r y m.

El requerimiento de no negatividad es satisfecho si  $k > 0$  y  $\alpha_j \geq 0$ ,  $\delta_j \geq 0$  para  $j = 1, 2, \dots, p$ . Para nuestro análisis del proceso ARMA, este sigue que  $\mu_t^2$  es estacionario en covarianza y dice que  $w_t$  tiene finita varianza y que las raíces de

$$1 - (\delta_1 + \alpha_1)z - (\delta_2 + \alpha_2)z^2 - \dots - (\delta_p + \alpha_p)z^p = 0$$

están fuera del círculo unitario. Dada la restricción de no negatividad, esto significa que  $\mu_t^2$  es estacionario en covarianza si

$$(\delta_1 + \alpha_1) + (\delta_2 + \alpha_2) + \dots + (\delta_p + \alpha_p) < 1$$

Asumiendo que esta condición sostiene que, la media incondicional de

$\mu_t^2$  es:

$$E(\mu_t^2) = \sigma^2 = \frac{k}{1 - (\delta_1 + \alpha_1) - (\delta_2 + \alpha_2) - \dots - (\delta_p + \alpha_p)}$$

Es ampliamente reconocido que las series de tipos de interés presentan una fuerte heterocedasticidad condicional en la varianza, y los modelos Nivel no son capaces de capturar completamente la heterocedasticidad, al no recoger el *efecto agrupamiento* y la alta persistencia, propios de las series financieras, lo que a su vez provoca que sobrestimen la sensibilidad de la volatilidad. Una clase diferente de modelos, que sí capturan tales características, son precisamente los modelos GARCH<sup>21</sup>. Estos modelos especifican la varianza condicional en función de su propio pasado y del impacto de las innovaciones pasadas. Cuanto mayor son las innovaciones al

---

<sup>21</sup> El modelo GARCH (p,q) fue presentado por Bollerslev (1986) como una generalización del modelo de Engel (1982) y aplicado a series de tipos de interés por Engle, Lilien y Robbins (1987); Engle, Ng y Rothschild (1990); y Engle y Ng (1993)

cuadrado del periodo anterior, mayor es la volatilidad condicional del periodo actual, recogiendo así el *efecto agrupamiento*<sup>22</sup>.

Puesto que para todos los modelos mantenemos la misma especificación para la media condicional, la diferencia vendrá dada por la especificación para la ecuación de la volatilidad condicional.

El modelo GARCH tiene la consideración de simétrico, es decir, el efecto sobre la varianza de las innovaciones es independiente del signo de éstas. Sin embargo, la evidencia parece mostrar que las innovaciones positivas en los cambios de los tipos de interés (negativas en precios de bonos y rendimientos) tienen mayor impacto en la volatilidad que las innovaciones negativas de la misma magnitud.

Esta respuesta asimétrica de la volatilidad se conoce también como *efecto apalancamiento*, y para recogerlo han surgido los modelos asimétricos, que en realidad son generalizaciones del modelo GARCH simétrico.

---

<sup>22</sup> Las predicciones de volatilidad a largo plazo no tienen que verse afectadas por este *efecto agrupamiento*, sin embargo, las predicciones a corto deben reflejar la situación actual del mercado, por lo tanto únicamente el pasado más reciente debe ser utilizado.

Algunos modelos GARCH asimétricos, utilizados, y la especificación del componente predecible de la volatilidad, la varianza condicional, para cada uno de ellos es la siguiente:

**AGARCH** (Asymmetric GARCH model), propuesto por Engle (1990)

$$h_t = \omega + \beta h_{t-1} + \alpha(\varepsilon_{t-1} + \theta)^2$$

**NAGARCH** (Nonlinear Asymmetric GARCH model), propuesto por Engle y Ng (1993)

$$h_t = \omega + \beta h_{t-1} + \alpha(\varepsilon_{t-1} + \theta\sqrt{h_{t-1}})^2$$

**EGARCH.** (Exponential GARCH model), propuesto por Nelson (1991)

$$\ln h_t = \omega + \beta \ln h_{t-1} + \alpha \left( \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}} - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \theta \frac{|\varepsilon_{t-1}|}{\sqrt{h_{t-1}}}$$

**GJR-GARCH.** (Threshold GARCH model), propuesto por Glosten, Jagannathan y Runkle (1993)

$$h_t = \omega + \beta h_{t-1} + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \theta D_{t-1}^+ \varepsilon_{t-1}^2$$

con  $D_{t-1}^+ = 1$  si  $\varepsilon_{t-1} > 0$ ;  $D_{t-1}^+ = 0$  en caso contrario.

### 3.3.2 El supuesto de normalidad

Los modelos ARCH tienen la ventaja de ser muy flexibles en su aplicación. Se han descrito las propiedades de los estimadores de máxima verosimilitud bajo el supuesto de normalidad. Por esta razón, se podría esperar que este supuesto no sea muy severo. No obstante, si los errores no están normalmente distribuidos, estos estimadores no serán eficientes. Por lo que hay que asegurarse que los errores estén distribuidos normalmente.

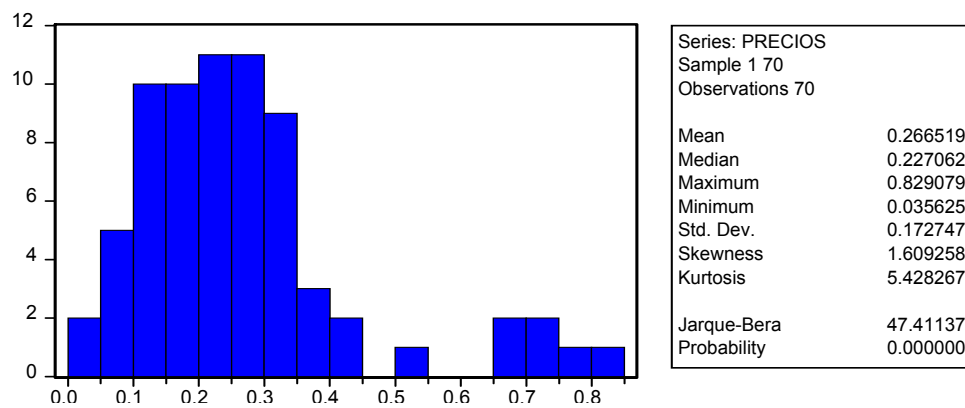
Si los errores son gaussianos y las series satisfacen un modelo usual ARMA, debemos saber que la serie es por sí misma gaussiana. Si los errores son gaussianos y las series satisfacen un modelo ARCH, debemos además conocer que la serie puede admitir una kurtosis mayor que la de una distribución normal. En el caso de errores gaussianos se debe calcular la kurtosis para encontrar la variabilidad instantánea de el modelo a ser ajustado que depende del pasado.

Si la kurtosis está cercana a tres se trata de una serie gaussiana, si es mayor a tres indica una dependencia instantánea del pasado.

En la serie de los precios mensuales de los últimos cinco años de las exportaciones de rosas se tiene una kurtosis de 5.42, la misma que es mayor a tres, es decir estamos en el caso de los modelos ARCH.

**Figura # 3.1**

**Estadística descriptiva de los precios mensuales de los últimos cinco años de la exportaciones de rosas**



### 3.3.3 Errores Garch

Con errores Garch se tiene

$$h_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}$$

La varianza condicional es una función de los parámetros  $c, \alpha, \beta$  y  $b$  que están presentes en el término esperado condicional. Introduciendo el operador de retardos, se puede obtener:

$$\left(1 - \sum_{j=1}^q \beta_j L^j\right) h_t = c + \left(\sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) \varepsilon_t^2$$

$$h_t = \left[1 - \sum_{j=1}^q \beta_j L^j\right]^{-1} \left[ c + \left(\sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) \varepsilon_t^2 \right]$$

En la hipótesis de existencia de homocedasticidad,  $\alpha_i \approx 0$ ,  $\beta_i \approx 0$ , y ésta relación se puede aproximar por

$$h_t \approx \gamma_0 + \sum_{i=1}^{p+q} \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Donde el coeficiente  $\gamma_i$  es función de  $\alpha_i$  y  $\beta_i$ . Podemos inferir que las últimas expresiones de un proceso GARCH(p, q) es equivalente a un modelo ARCH (p + q) y que el test para la hipótesis homocedástica se puede probar usando el estadístico  $TR^2$ ,

Donde el coeficiente  $R^2$  es computado por la forma

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \gamma_0 + \sum_{i=1}^{p+q} \gamma_i \hat{\varepsilon}_{t-i}^2 + \mu_t$$

### 3.3.4 Modelo GARCH (1,1)

Como se dijo anteriormente  $\sigma_n$  es la volatilidad del precio del botón de rosa en un periodo de  $n$  días. Con los modelos GARCH tendremos una manera para saber que modelo sigue la volatilidad en los cambios de los precios.

Supongamos que el valor de la variable precio del botón de rosa al final del día  $i$  es  $S_i$ . La variable  $u_i$  está definida como el retorno compuesto continuamente durante el día  $i$

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



Un estimador insesgado del ratio de la varianza por día,  $\sigma_n^2$ , usando las  $m$  observaciones más recientes en  $u_i$  es:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m \left( u_{n-i} - \bar{u} \right)^2 \quad [3.3.4.1]$$

donde  $\bar{u}$  es la media de los valores  $u_i$ 's:

$$\bar{u} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m u_{n-i}$$

Para el propósito de calcular el VaR<sup>23</sup>, la fórmula en la ecuación [3.3.4.1] es usualmente transformada debido a lo siguiente:

1.  $u_i$  está definida como el cambio proporcional en la variable precios entre el final del día  $i - 1$  y el final de el día  $i$ , entonces tenemos:

---

<sup>23</sup> Valor del Riesgo de la opción

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

2.  $\bar{u}$  se asume como cero.
3.  $m - 1$  es remplazado por  $m$ .

Estos tres cambios hacen más pequeña la diferencia con las varianzas estimadas que son calculadas.

La fórmula de la varianza resulta de la siguiente forma:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (u_{n-i}^2) \quad [3.3.4.2]$$

donde  $u_i$  está dado por :

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

### 3.3.4.1 Esquema de pesos

La ecuación [3.3.4.2] con igual peso o ponderaciones para todos los  $u_i^2$ , Dado que el objetivo es monitorear el nivel de la volatilidad, es apropiado dar más peso a los datos recientes. Un modelo que cumple con éstas características está dado por:

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-i}^2 \quad [3.3.4.1.1]$$

La variable  $\alpha_i$  es el ponderador o peso dado a la observación hace  $i$  días, los  $\alpha$ 's son positivos y dado que la observación más reciente es la que tendrá mayor peso, es decir  $\alpha_i < \alpha_j$  cuando  $i > j$ . La suma de todos los pesos debe ser igual a la unidad, entonces tenemos:

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1 \quad [3.3.4.1.2]$$

Una extensión de la idea en la ecuación [3.3.4.1.1] es asumir que hay un promedio de volatilidad en una corrida larga y asignar un peso a éste promedio.

$$\sigma_n^2 = \gamma V + \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-1}^2 \quad [3.3.4.1.3]$$

Donde  $V$  es la volatilidad de un largo periodo, y  $\gamma$  es el peso asignado a  $V$ . También se tiene que los pesos deben sumar uno, por lo que la condición [3.3.4.1.2] queda de la siguiente manera:

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

Esto es lo que se conoce como un modelo **ARCH(m)**, donde se define a  $\omega = \gamma V$ , entonces la ecuación [3.3.4.1.3] puede escribirse de la siguiente manera:

$$\sigma_n^2 = \omega + \sum_{i=1}^m \alpha_i u_{n-1}^2$$

Se tiene que  $\sigma_n$  es la volatilidad del precio del botón de rosa en periodo de  $n$  días. Una forma de modelar el comportamiento de la volatilidad en los cambios de los precios de los botones de rosas es definiendo un modelo GARCH, donde  $\sigma_n^2$  es estimado mediante la siguiente combinación lineal:

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

Donde la suma de  $\sigma_{n-1}$  representa la varianza del periodo n-1,  $v$  representa la tasa de varianza a largo periodo y  $\mu_{n-1}$  que representa el cambio porcentual del precio de la rosa del periodo anterior. Y  $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  son las tasas asignadas para  $v$ ,  $\mu_{n-1}^2$ , y  $\sigma_{n-1}^2$ , respectivamente. Además se debe cumplir la siguiente condición:

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

Se procede a realizar un cambio de variable  $\omega = \gamma v$ , lo que resulta:

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

Se puede utilizar éste método, pero es más complejo utilizar algún paquete estadístico para estimar los parámetros apropiados. Este software puede ser el paquete estadístico Eviews.

Estimando el modelo:

$$Y_n = u_n$$

$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Se tiene el siguiente resultado:

Dependent Variable: PRECIOS

Method: ML - ARCH

Sample: 1 799

Included observations: 799

Convergence achieved after 26 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	0.008392	0.008883	0.944792	0.3448
ARCH(1)	0.438141	0.135607	3.230970	0.0012
GARCH(1)	0.495926	0.122563	4.046306	0.0001
R-squared	-3.446140	Mean dependent var		0.305480
Adjusted R-squared	-3.457312	S.D. dependent var		0.164660
S.E. of regression	0.347636	Akaike info criterion		0.474247
Sum squared resid	96.19736	Schwarz criterion		0.491831
Log likelihood	-186.4616	Durbin-Watson stat		0.127932

Entonces con los parámetros estimados por medio del paquete estadístico Eviews el modelo que siguen los precios de los botones de rosas es el siguiente:

$$Y_n = u_n$$

$$\sigma_n^2 = 0.008392 + 0.438141 u_{n-1}^2 + 0.495926 \sigma_{n-1}^2$$

Ahora para saber si el modelo está especificado correctamente, acudimos a los siguientes Tes. estadísticos<sup>24</sup>:

<sup>24</sup> En este caso no se puede acudir al estadístico  $R^2$ , que es el poder explicativo del modelo, ya que debido a que el modelo estimado no tiene término independiente, el  $R^2$  puede tomar cualquier valor, siempre menor o igual a 1, pero incluyendo en su rango todos los reales negativos. En este caso el coeficiente de determinación del modelo estimado es  $-3.446$ .

- Estadístico Q (Q-statistics )

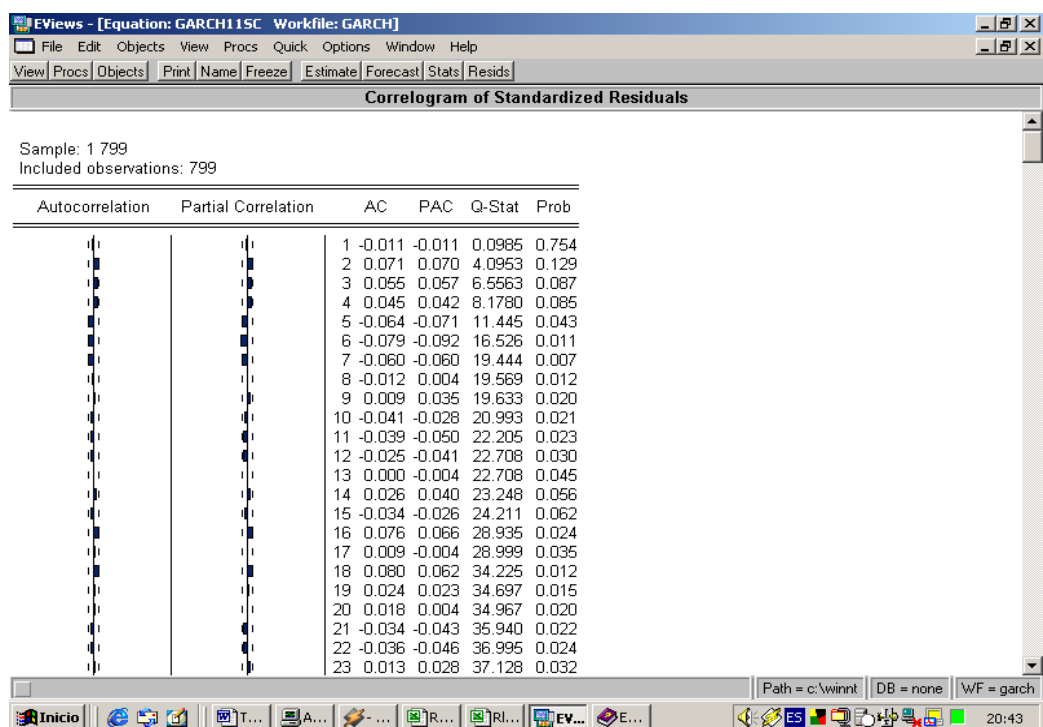
Este test muestra el correlograma de los errores estandarizados.

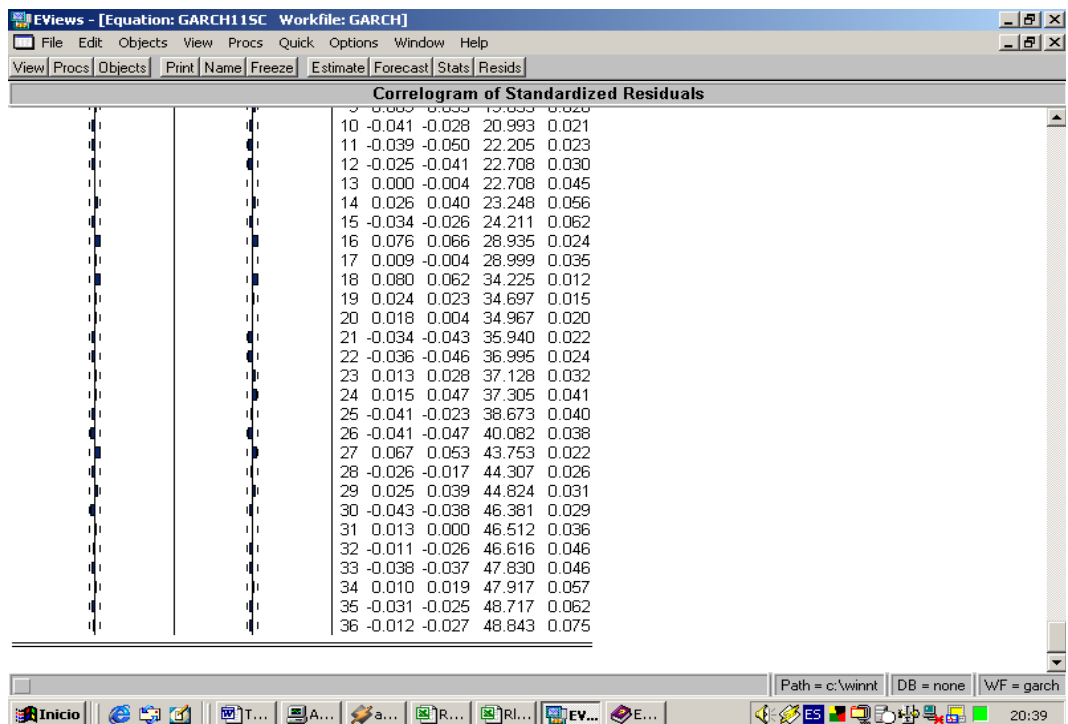
Si el modelo está bien estimado, los estadísticos Q no deben ser significativos, es decir no deben salirse de la barra de confianza.

Como se puede ver claramente en la siguiente figura.

**Figura # 3.2**

### Correlograma de los residuos estandarizados



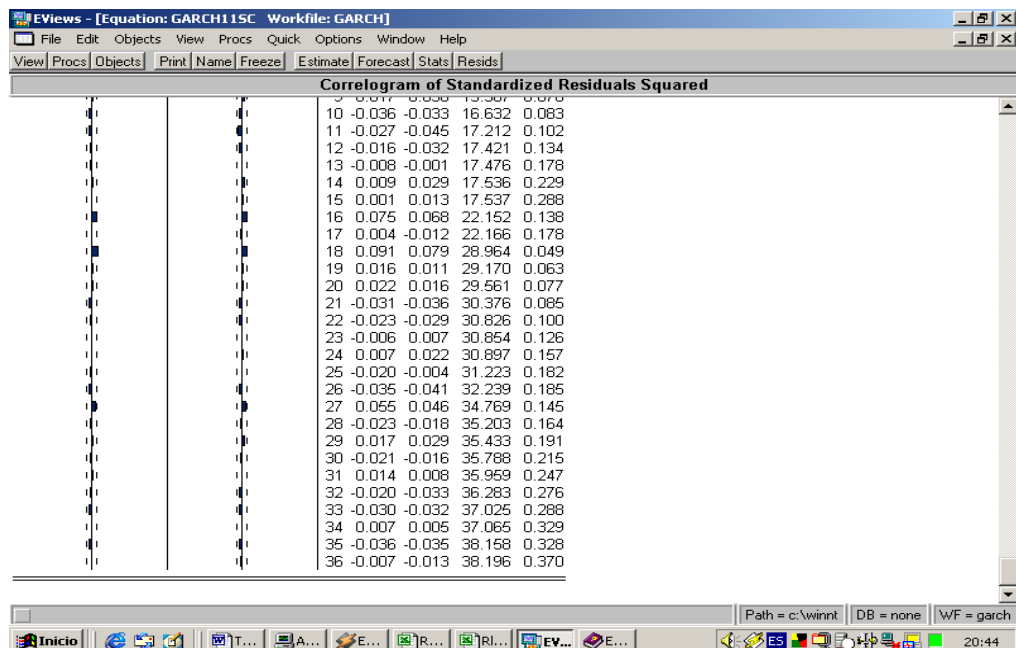
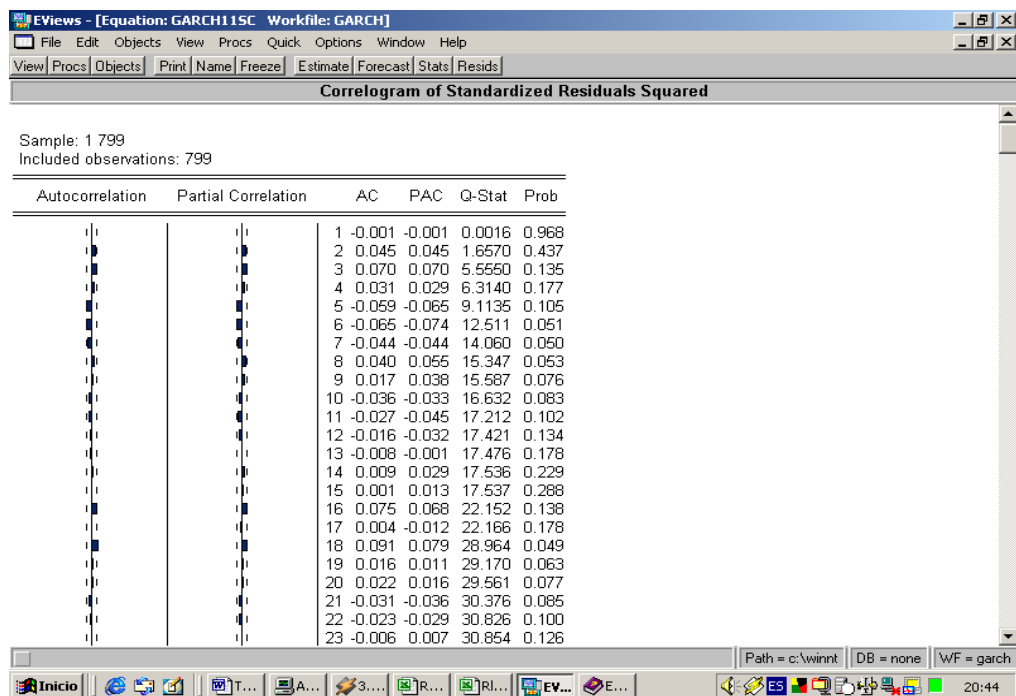


- Cuadrado de los residuos

Este test muestra el correlograma de los cuadrados de los errores estandarizados. Si el modelo está bien estimado, los estadísticos Q no deben ser significativos, igual que la prueba anterior. Como se puede ver claramente en el gráfico.



**Figura # 3.3**  
**Correlograma de los cuadrados de los residuos**  
**estandarizados**



- Test de los residuos.- ARCH LM

Este test sirve para probar si los residuos regularizados tienen Heterocedasticidad Condicionada Autorregresiva (ARCH). Si el modelo está bien especificado, no debe haber ARCH en los residuos regularizados. Para esto se prueban las siguientes hipótesis:

Ho: Los residuos no tienen heterocedasticidad condicionada autorregresiva

Vs

Ha: Los residuos tienen heterocedasticidad condicionada autorregresiva

Con el 95% de confianza ( $\alpha = 5\%$ ) se acepta la hipótesis nula si el valor p del estadístico F es mayor que el valor de significancia  $\alpha$ .

## ARCH Test:

F-statistic	0.001585	Probability	0.968258
Obs*R-squared	0.001589	Probability	0.968208

## Test Equation:

Dependent Variable: STD\_RESID^2

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 2 799

Included observations: 798 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.000743	0.047186	21.20865	0.0000
STD_RESID^2(-1)	-0.001411	0.035454	-0.039806	0.9683
R-squared	0.000002	Mean dependent var		0.999330
Adjusted R-squared	-0.001254	S.D. dependent var		0.877920
S.E. of regression	0.878471	Akaike info criterion		2.581235
Sum squared resid	614.2818	Schwarz criterion		2.592969
Log likelihood	-1027.913	F-statistic		0.001585
Durbin-Watson stat	1.998616	Prob(F-statistic)		0.968258

Como se puede ver en la tabla el valor p es de 0.9682, por lo tanto como es mayor al nivel de significancia, se acepta  $H_0$ , es decir los residuos regularizados no contienen ARCH.

Con estas pruebas se puede concluir que el modelo estimado si está bien especificado.

Para realizar las predicciones del próximo periodo se reemplazan los valores de los parámetros del modelo del periodo anterior, por ejemplo si queremos saber cual será la volatilidad aproximada para el

2002 (observación  $n = 780$ ) tenemos que reemplazar con la observación  $n = 799$ , es decir:

$$\sigma_n^2 = 0.008392 + 0.438141 * 0.21244 + 0.495926 * 0.0832278$$

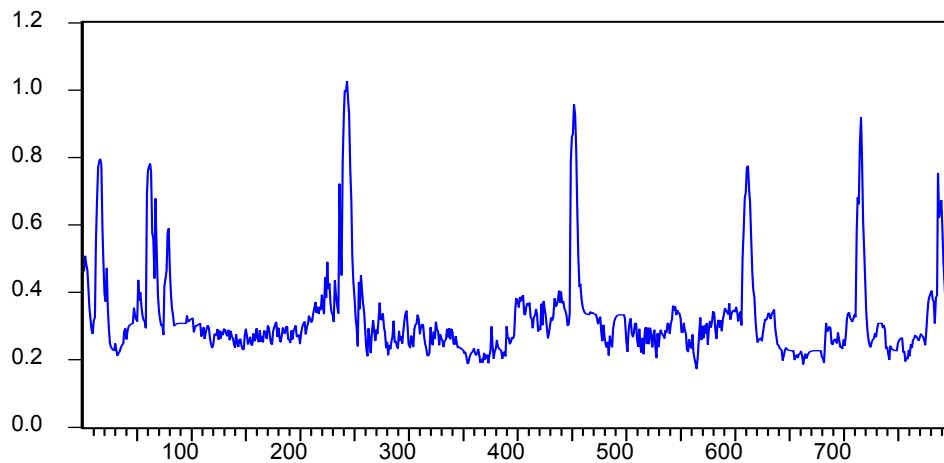
$$\sigma_n^2 = 0.142738$$

$$\sigma_n = 0.3778$$

Con esto se tiene que la volatilidad estimada para el siguiente periodo es del 37.78%. Teniendo este resultado es fácil predecir las volatilidades simplemente reemplazando los respectivos valores en los parámetros que recibe la ecuación del modelo Garch(1,1).

A continuación se muestra la secuencia gráfica del comportamiento de las volatilidades, en los últimos años.

**Gráfico # 3.7**  
**Secuencia gráfica del comportamiento de las volatilidades en**  
**los últimos años**



En este Gráfico se puede observar claramente que las volatilidades presentan picos cada año, esto se debe al precio elevado con que se exportan las rosas en el mes de febrero, mes de mayor exportación de botones de rosas frescas, y en los demás tramos la volatilidad no varía mucho.

## CAPITULO 4

### 4. APLICACIÓN DE LA TEORÍA DE BLACK – SCHOLES, A LA VALORACIÓN DE LAS OPCIONES DE COMPRA Y VENTA DE LOS BOTONES DE ROSA EN EL MERCADO ESTADOUNIDENSE.

#### 4.1 Las derivadas del precio de la opción

Dado que se tiene una fórmula explícita para el precio, se puede tomar sus derivadas con respecto a los parámetros que determinan su valor, para calcular como cubrir su riesgo.

##### ➤ Delta

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

$$\Delta C = \frac{dC}{dS} = N(d_1) \quad \text{call}$$

$$\Delta p = \frac{dp}{dS} = N(d_1) - 1 \quad \text{put}$$

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

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

$$\Delta p = \frac{dp}{dS} = [N(d_1) - 1] e^{-qt} \quad \text{put}$$

donde  $q$  es el rendimiento de los dividendos.

➤ Gamma

La derivada del delta con respecto al activo subyacente

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

➤ Vega

La derivada del precio de la opción con respecto a la volatilidad

$$\Lambda = \frac{dC}{d\sigma} = S\sqrt{t}N'(d_1)e^{-dt}$$

➤ Theta

La derivada del precio de la opción con respecto al tiempo

$$\Theta = \frac{dC}{dt} = \frac{SN'(d_1)\sigma e^{-dt}}{2\sqrt{t}} - dSN(-d_1)e^{-dt} + rKe^{-rt}N(-d_2)$$

Recordemos que  $N(d_1)$  es la probabilidad acumulada sobre la normal estándar, por tanto  $0 < N(d_1) < 1$ . Y que una derivada positiva (negativa) indica que la función es creciente (decreciente) respecto a la variable que se deriva.



## 4.2 Aplicación de la teoría de Black – Scholes, a la valoración de las opciones de compra y venta.

Utilizando el software DerivaGem – Versión 1.22a, se calculó el valor presente de una opción de compra y el valor de las sensibilidades de dicha opción. Con los siguientes argumentos:

- **Exercise Price** el precio de ejercicio de la opción.
- **Time to exercise** el tiempo de ejercicio de la opción.
- **Stock Price** el precio actual del botón de rosa.
- **Volatility** la desviación estándar por año (volatilidad)
- **Risk – Free Rate** la tasa de interés libre de riesgo por año continuamente compuesta.

Figura # 4.1

## PANTALLAS DEL SOFTWARE DERIVAGEM – VERSIÓN 1.22a

Underlying Data		Time	Dividend
Underlying Type:	Equity		
Stock Price:	0,39		
Volatility (% per year):	39,10%		
Risk-Free Rate (% per year):	5,16%		
<input type="button" value="Calculate"/>			

Option Data	
Option Type:	Analytic: European
	<input type="checkbox"/> Imply Volatility
Time to Exercise:	0,0192
Exercise Price:	0,30
	<input type="radio"/> Put
	<input checked="" type="radio"/> Call
Price:	0,09029755
Delta (per \$):	0,99999948
Gamma (per \$ per \$):	0,00012465
Vega (per %):	1,4256E-09
Theta (per day):	-4,237E-05
Rho (per %):	5,7635E-05

#### 4.2.1 Cálculo de los precios de las opciones de venta y compra

A continuación se presentan algunos resultados numéricos para el precio de las opciones de compra del botón de rosa y el valor de sus sensibilidades. Para esto se simularon 100 datos normales con media \$0,248, que es la media de los precios reportados de los botones de rosas exportados al mercado estadounidense por la empresa analizada, y una desviación estándar de 0,3910, que es la volatilidad estimada de los precios por año, se consideraron distintos escenarios, para diferentes tiempos de ejercicio. La volatilidad con la que se hicieron los cálculos respectivos de los precios de las opciones de compra y venta, es la estimada del activo por año calculada anteriormente, la cual es de 39.10 % y la tasa de interés libre de riesgo que se utilizó es de 5.16%<sup>25</sup>.

Cabe recalcar que no se puede evaluar con un precio fijo del botón de rosa, debido a que existe una gran cantidad de variedades de rosas y el precio varía de acuerdo al tamaño, duración de la rosa, número de pétalos, entre otros factores, además el precio del botón de rosa está cambiando constantemente. Así mismo como los diferentes factores que intervienen en el cálculo de los precios de las opciones.

---

<sup>25</sup> Tasa de interés pasiva del 21 al 27 de abril del 2003

- ◆ Los resultados obtenidos para las opciones de venta se los aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla # 4.1**

**Precio de opciones de venta para botones de rosas**

#	Time to Exercise	Exercise Price (\$)	Stock Price (\$)	Precio de la Opción	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho
1	11 Semana	0,820	0,571	0,2482	-1	4E-09	9E-14	1E-04	-0,0002
2	21 Mes	0,299	0,526	2E-09	-2E-07	2E-05	1E-09	-9E-10	-8E-11
3	32 Meses	0,313	0,520	1E-05	-5E-04	0,0198	3E-06	-1E-06	-4E-07
4	41 Trimestre	0,146	0,716	3E-17	0	3E-15	2E-18	-3E-19	-8E-20
5	54 Meses	0,295	0,586	0,2961	0,999	0,0164	7E-06	-4E-05	0,001
6	65 Meses	0,390	0,171	0,2107	-0,999	0,0868	4E-06	5E-05	-0,0016
7	71 Semestre	0,355	0,563	0,0019	-0,029	0,4219	3E-04	-3E-05	-9E-05
8	81 Año	0,614	0,176	0,4072	-0,998	0,0948	1E-05	8E-05	-0,0058
9	91 Semana	0,225	0,794	0	0	1E-117	6E-122	-2E-12	0
10	101 Mes	0,722	0,002	0,7169	-1	0	0	1E-04	
11	12 Meses	0,145	0,636	0	0	3E-19	7E-23	-2E-23	0
12	121 Trimestre	0,763	0,494	0,2599	-0,98	0,495	1E-04	8E-05	-0,0019
13	134 Meses	0,276	0,276	0,0223	-0,425	6,2896	6E-04	-8E-05	-0,0005
14	145 Meses	0,084	0,292	2E-09	-1E-07	1E-05	1E-09	-2E-10	-2E-10
15	151 Semestre	0,144	0,775	4E-12	-1E-10	4E-09	5E-12	-5E-13	-5E-13
16	161 Año	0,516	0,417	0,1126	-0,586	2,3897	0,002	-4E-05	-0,0036
17	171 Semana	0,215	0,039	0,1758	-1	5E-213	5E-220	3E-05	-4E-05
18	181 Mes	0,653	0,611	0,0522	-0,69	5,1191	6E-04	-3E-04	-0,0004
19	191 Semana	0,600	0,557	0,0437	-0,908	5,4832	1E-04	-3E-04	-0,0001
20	201 Mes	0,200	0,048	0,1511	-1	5E-33	4E-39	3E-05	-0,0002
21	212 Meses	0,446	0,405	0,0495	-0,681	5,5246	6E-04	-1E-04	-0,0005
22	221 Trimestre	0,825	0,233	0,5814	-1	2E-08	1E-12	1E-04	-0,002
23	234 Meses	0,369	0,250	0,1141	-0,938	2,1742	2E-04	2E-05	-0,0012
24	245 Meses	0,155	0,050	0,1017	-1	0,0035	1E-08	2E-05	-0,0006

25	1 Semestre	0,260	0,208	0,0542	-0,718	5,8784	5E-04	-2E-05	-0,001
26	1 Año	0,325	0,684	0,0014	-0,013	0,1239	2E-04	-1E-05	-0,0001
27	1 Semana	0,313	0,171	0,1417	-1	7E-26	2E-31	4E-05	-6E-05
28	1 Mes	0,058	0,483	0	0	3E-77	3E-81	-2E-81	0
29	2 Meses	0,648	0,702	0,0194	-0,263	2,9099	9E-04	-3E-04	-0,0003
30	1 Trimestre	0,053	0,298	0	0	2E-17	2E-21	-3E-22	0
31	4 Meses	0,154	0,577	2E-11	-8E-10	4E-08	2E-11	-2E-12	-2E-12
32	5 Meses	0,511	0,480	0,0599	-0,515	3,2908	0,001	-1E-04	-0,0013
33	1 Semestre	0,185	0,144	0,0415	-0,75	7,981	3E-04	-1E-05	-0,0007
34	1 Año	0,502	0,406	0,1094	-0,585	2,4555	0,002	-4E-05	-0,0035
35	1 Semana	0,058	0,741	0	0	0	0	0	0
36	1 Mes	0,224	0,146	0,077	-1	0,026	2E-07	3E-05	-0,0002
37	1 Semana	0,846	0,048	0,7972	-1	0	0	1E-04	-0,0002
38	1 Mes	0,467	0,207	0,258	-1	2E-10	2E-15	7E-05	-0,0004
39	2 Meses	0,578	0,297	0,2761	-1	0,0024	1E-07	8E-05	-0,001
40	1 Trimestre	0,430	0,439	0,0269	-0,394	4,4823	8E-04	-2E-04	-0,0005
41	4 Meses	0,114	0,365	7E-10	-5E-08	3E-06	5E-10	-8E-11	-6E-11
42	5 Meses	0,522	0,317	0,195	-0,961	1,0507	2E-04	5E-05	-0,0021
43	1 Semestre	0,388	0,695	0,0007	-0,01	0,1344	1E-04	-1E-05	-4E-05
44	1 Año	0,227	0,569	0,0003	-0,004	0,0497	6E-05	-3E-06	-2E-05
45	1 Semana	0,683	0,419	0,2633	-1	6E-17	8E-22	1E-04	-0,0001
46	1 Mes	0,316	0,307	0,0181	-0,564	11,364	3E-04	-2E-04	-0,0002
47	2 Meses	0,820	0,118	0,695	-1	1E-30	9E-36	1E-04	-0,0014
48	1 Trimestre	0,566	0,098	0,4607	-1	3E-16	3E-21	8E-05	-0,0014
49	4 Meses	0,925	0,087	0,8222	-1	2E-22	2E-27	1E-04	-0,003
50	5 Meses	0,536	0,349	0,178	-0,932	1,4956	3E-04	3E-05	-0,0021
51	1 Semestre	0,957	0,085	0,8476	-1	3E-15	4E-20	1E-04	-0,0047
52	1 Año	0,167	0,005	0,1536	-1	1E-14	1E-21	2E-05	-0,0016
53	1 Semana	0,373	0,163	0,2096	-1	2E-49	4E-55	5E-05	-7E-05
54	1 Mes	0,896	0,007	0,8852	-1	0	0	1E-04	-0,0007
55	1 Semana	0,285	0,142	0,1427	-1	1E-34	2E-40	4E-05	-5E-05
56	1 Mes	0,440	0,778	2E-09	-1E-07	8E-06	2E-09	-1E-09	-9E-11
57	2 Meses	0,810	0,629	0,0003	-0,009	0,2382	6E-05	-2E-05	-1E-05
58	1 Trimestre	0,043	0,072	1E-05	-0,003	0,5617	3E-06	-6E-07	-5E-07
59	4 Meses	0,518	0,102	0,4072	-1	4E-10	5E-15	7E-05	-0,0017
60	5 Meses	0,405	0,225	0,1717	-0,983	0,7465	6E-05	5E-05	-0,0016
61	1 Semestre	0,226	0,782	5E-08	-1E-06	3E-05	3E-08	-3E-09	-5E-09
62	1 Año	0,150	0,650	1E-06	-2E-05	0,0004	6E-07	-3E-08	-2E-07
63	1 Semana	0,485	0,661	3E-11	-4E-09	7E-07	2E-11	-6E-11	-6E-13
64	1 Mes	0,503	0,584	0,0024	-0,078	2,2166	2E-04	-2E-04	-4E-05
65	2 Meses	0,799	0,574	0,219	-0,974	0,6655	1E-04	6E-05	-0,0013

66	1 Trimestre	0,226	0,646	3E-10	-2E-08	7E-07	3E-10	-6E-11	-3E-11
67	4 Meses	0,826	0,594	0,2238	-0,898	1,3257	6E-04	9E-06	-0,0025
68	5 Meses	0,609	0,511	0,1081	-0,686	2,7517	0,001	-9E-05	-0,0019
69	1 Semestre	0,256	0,394	0,0018	-0,037	0,7365	2E-04	-2E-05	-8E-05
70	1 Año	0,520	0,289	0,2106	-0,88	1,7706	6E-04	3E-05	-0,0046
71	1 Semana	0,546	0,214	0,3315	-1	1E-63	4E-69	8E-05	-0,0001
72	1 Mes	0,250	0,015	0,2339	-1	3E-132	2E-139	4E-05	-0,0002
73	1 Semana	0,687	0,295	0,3913	-1	8E-52	5E-57	1E-04	-0,0001
74	1 Mes	0,212	0,416	5E-12	-7E-10	9E-08	5E-12	-3E-12	-2E-13
75	2 Meses	0,099	0,198	3E-08	-4E-06	0,0006	1E-08	-5E-09	-1E-09
76	1 Trimestre	0,382	0,058	0,3191	-1	1E-18	4E-24	5E-05	-0,0009
77	4 Meses	0,712	0,551	0,1592	-0,828	2,0493	8E-04	-4E-05	-0,0021
78	5 Meses	0,955	0,289	0,6457	-1	0,0002	3E-08	1E-04	-0,0039
79	1 Semestre	0,368	0,433	0,016	-0,206	2,3812	9E-04	-8E-05	-0,0005
80	1 Año	0,334	0,244	0,0893	-0,683	3,7346	9E-04	-1E-05	-0,0026
81	1 Semana	0,683	0,686	0,013	-0,45	10,64	4E-04	-0,001	-6E-05
82	1 Mes	0,127	0,316	2E-17	-1E-16	4E-14	1E-18	-7E-19	-5E-20
83	2 Meses	0,386	0,365	0,0337	-0,586	6,6883	6E-04	-2E-04	-0,0004
84	1 Trimestre	0,260	0,055	0,2017	-1	3E-12	8E-18	4E-05	-0,0006
85	4 Meses	0,422	0,231	0,1839	-0,993	0,3531	2E-05	5E-05	-0,0014
86	5 Meses	0,452	0,298	0,1467	-0,925	1,883	3E-04	2E-05	-0,0018
87	1 Semestre	0,148	0,309	5E-05	-0,002	0,0709	1E-05	-1E-06	-3E-06
88	1 Año	0,632	0,784	0,039	-0,19	0,8846	0,002	-9E-05	-0,0019
89	1 Semana	0,385	0,671	0	0	1E-22	4E-27	-1E-26	0
90	1 Mes	0,429	0,906	1E-13	-9E-12	6E-10	2E-13	-1E-13	-7E-15
91	1 Semana	0,459	0,187	0,2715	-1	2E-58	6E-64	6E-05	-9E-05
92	1 Mes	0,521	0,813	6E-07	-3E-05	0,0013	3E-07	-2E-07	-2E-08
93	2 Meses	0,166	0,211	0,0008	-0,051	3,1049	9E-05	-3E-05	-2E-05
94	1 Trimestre	0,742	0,277	0,4586	-1	1E-07	5E-12	1E-04	-0,0012
95	4 Meses	0,179	0,078	0,0979	-1	0,0512	4E-07	2E-05	-0,0006
96	5 Meses	0,912	0,503	0,3903	-0,984	0,314	1E-04	1E-04	-0,0037
97	1 Semestre	0,529	0,062	0,4535	-1	1E-11	9E-17	7E-05	-0,0026
98	1 Año	0,721	0,078	0,6067	-1	8E-06	2E-10	1E-04	-0,0068
99	1 Semana	0,860	0,056	0,8031	-1	0	0	1E-04	-0,0002
100	1 Mes	0,647	0,065	0,5792	-1	4E-88	5E-94	9E-05	-0,0005

La forma de analizar los diferentes escenarios es la siguiente: en esta tabla podemos ver que con un precio del botón de rosa en el mercado de \$ 0,520, un precio de ejercicio de \$ 0.313 y tiempo de ejercicio de

dos meses, tenemos una opción de venta con un precio de \$ 1,0427E-05 por botón de rosa con un delta de  $-0.00049$  (casi 0), es decir una opción de venta “in the money” con la cual por cada variación de un dólar en el activo subyacente se producirá un cambio de un dólar en la prima de la opción; una variación teórica de la delta de la opción (Gamma) de 0,0198, es decir, la velocidad a la que se mueve la prima de una opción respecto de los cambios en el precio del activo subyacente es del 1,98%; una sensibilidad del valor justo de la opción a los cambios en su volatilidad teórica (vega) de  $3,49E-06$ , es decir, ganará (perderá)  $3,49E-06$  dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución) de su volatilidad; un valor teórico de pérdida de la opción por cada día que pase sin que haya habido movimiento en el activo subyacente (Theta) de  $-1,08E-06$ , es decir, perderá  $-1,08E-06$  en su valor justo teórico y un rho de  $-4,16E-07$ , es decir, ganará (perderá)  $-4,16E-07$  dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución) en la tasa de interés del mercado<sup>26</sup>.

Se puede ver claramente que el precio de una opción de venta *in the money* es menor que el de una opción *at the money* y una *out the money*, así mismo el precio de una opción de venta *at the money* es menor que el precio de una opción de venta *out the money*.

---

<sup>26</sup> El mismo análisis se lo realiza en cada serie estimada.

- ◆ Los resultados obtenidos para las opciones de compra se los aprecia en la siguiente tabla:

**Tabla # 4.2**

**Precio de opciones de compra para botones de rosas**

#	Time to Exercise	Exercise Price (\$)	Stock Price (\$)	Precio de la Opción	Delta	Gamma	Vega	Theta	Rho
1	11 Semana	0,820	0,571	7E-14	2E-11	4E-09	9E-14	-3E-13	2E-15
2	21 Mes	0,299	0,526	0,2283	1	2E-05	1E-09	-4E-05	0,0002
3	32 Meses	0,313	0,520	0,2097	1	0,0198	3E-06	-4E-05	0,0005
4	41 Trimestre	0,146	0,716	0,5719	1	3E-15	2E-18	-2E-05	-8E-20
5	54 Meses	0,295	0,586	0,2961	0,999	0,0164	7E-06	-4E-05	0,001
6	65 Meses	0,390	0,171	1E-05	0,001	0,0868	4E-06	-6E-07	7E-07
7	71 Semestre	0,355	0,563	0,2189	0,971	0,4219	3E-04	-7E-05	0,0016
8	81 Año	0,614	0,176	4E-05	0,002	0,0948	1E-05	-7E-07	3E-06
9	91 Semana	0,225	0,794	0,5692	1	1E-117	6E-122	-3E-05	4E-05
10	101 Mes	0,722	0,002	0	0	0	0	0	
11	12 Meses	0,145	0,636	0,4922	1	3E-19	7E-23	-2E-05	0,0002
12	21 Trimestre	0,763	0,494	0,0007	0,02	0,495	1E-04	-3E-05	2E-05
13	4 Meses	0,276	0,276	0,027	0,575	6,2896	6E-04	-1E-04	0,0004
14	5 Meses	0,084	0,292	0,2098	1	1E-05	1E-09	-1E-05	0,0003
15	151 Semestre	0,144	0,775	0,6347	1	4E-09	5E-12	-2E-05	0,0007
16	1 Año	0,516	0,417	0,0396	0,414	2,3897	0,002	-1E-04	0,0013
17	171 Semana	0,215	0,039	0	0	5E-213	5E-220	-1E-219	0
18	181 Mes	0,653	0,611	0,013	0,31	5,1191	6E-04	-4E-04	0,0001
19	191 Semana	0,600	0,557	0,0013	0,092	5,4832	1E-04	-4E-04	1E-05
20	201 Mes	0,200	0,048	0	0	5E-33	4E-39	-2E-39	0
21	22 Meses	0,446	0,405	0,0123	0,319	5,5246	6E-04	-2E-04	0,0002
22	21 Trimestre	0,825	0,233	1E-12	1E-10	2E-08	1E-12	-2E-13	8E-14
23	234 Meses	0,369	0,250	0,0014	0,062	2,1742	2E-04	-3E-05	5E-05
24	245 Meses	0,155	0,050	2E-08	1E-05	0,0035	1E-08	-2E-09	2E-09
25	251 Semestre	0,260	0,208	0,0088	0,282	5,8784	5E-04	-6E-05	0,0002
26	261 Año	0,325	0,684	0,3767	0,987	0,1239	2E-04	-5E-05	0,003
27	271 Semana	0,313	0,171	0	0	7E-26	2E-31	-4E-31	0



28	1 Mes	0,058	0,483	0,4252	1	3E-77	3E-81	-8E-06	5E-05
29	2 Meses	0,648	0,702	0,0789	0,737	2,9099	9E-04	-4E-04	0,0007
30	1 Trimestre	0,053	0,298	0,2457	1	2E-17	2E-21	-7E-06	0,0001
31	4 Meses	0,154	0,577	0,4256	1	4E-08	2E-11	-2E-05	0,0005
32	5 Meses	0,511	0,480	0,0398	0,485	3,2908	0,001	-2E-04	0,0008
33	1 Semestre	0,185	0,144	0,0052	0,25	7,981	3E-04	-4E-05	0,0002
34	1 Año	0,502	0,406	0,0386	0,415	2,4555	0,002	-1E-04	0,0013
35	1 Semana	0,058	0,741	0,6831	1	0	0	-8E-06	1E-05
36	1 Mes	0,224	0,146	4E-07	1E-04	0,026	2E-07	-1E-07	1E-08
37	1 Semana	0,846	0,048	0	0	0	0	0	0
38	1 Mes	0,467	0,207	2E-15	6E-13	2E-10	2E-15	-2E-15	1E-16
39	2 Meses	0,578	0,297	3E-07	3E-05	0,0024	1E-07	-5E-08	1E-08
40	1 Trimestre	0,430	0,439	0,0414	0,606	4,4823	8E-04	-2E-04	0,0006
41	4 Meses	0,114	0,365	0,2529	1	3E-06	5E-10	-2E-05	0,0004
42	5 Meses	0,522	0,317	0,0011	0,039	1,0507	2E-04	-2E-05	5E-05
43	1 Semestre	0,388	0,695	0,3176	0,99	0,1344	1E-04	-7E-05	0,0019
44	1 Año	0,227	0,569	0,3537	0,996	0,0497	6E-05	-3E-05	0,0021
45	1 Semana	0,683	0,419	0	0	6E-17	8E-22	-2E-21	0
46	1 Mes	0,316	0,307	0,0105	0,436	11,364	3E-04	-2E-04	0,0001
47	2 Meses	0,820	0,118	0	0	1E-30	9E-36	-3E-36	0
48	1 Trimestre	0,566	0,098	0	0	3E-16	3E-21	-6E-22	0
49	4 Meses	0,925	0,087	0	0	2E-22	2E-27	-4E-28	0
50	5 Meses	0,536	0,349	0,0024	0,068	1,4956	3E-04	-4E-05	9E-05
51	1 Semestre	0,957	0,085	0	0	3E-15	4E-20	-4E-21	0
52	1 Año	0,167	0,005	0	0	1E-14	1E-21	-6E-23	0
53	1 Semana	0,373	0,163	0	0	2E-49	4E-55	-1E-54	0
54	1 Mes	0,896	0,007	0	0	0	0	0	0
55	1 Semana	0,285	0,142	0	0	1E-34	2E-40	-6E-40	0
56	1 Mes	0,440	0,778	0,3399	1	8E-06	2E-09	-6E-05	0,0004
57	2 Meses	0,810	0,629	0,1931	0,991	0,2382	6E-05	-8E-05	0,0007
58	1 Trimestre	0,043	0,072	0,0296	0,997	0,5617	3E-06	-7E-06	0,0001
59	4 Meses	0,518	0,102	4E-15	1E-12	4E-10	5E-15	-8E-16	4E-16
60	5 Meses	0,405	0,225	0,0003	0,017	0,7465	6E-05	-8E-06	1E-05
61	1 Semestre	0,226	0,782	0,5618	1	3E-05	3E-08	-3E-05	0,0011
62	1 Año	0,150	0,650	0,5075	1	0,0004	6E-07	-2E-05	0,0014
63	1 Semana	0,485	0,661	0,1765	1	7E-07	2E-11	-7E-05	9E-05
64	1 Mes	0,503	0,584	0,0856	0,922	2,2166	2E-04	-2E-04	0,0004
65	2 Meses	0,799	0,574	0,0009	0,026	0,6655	1E-04	-5E-05	2E-05
66	1 Trimestre	0,226	0,646	0,4229	1	7E-07	3E-10	-3E-05	0,0006
67	4 Meses	0,826	0,594	0,0059	0,102	1,3257	6E-04	-1E-04	0,0002
68	5 Meses	0,609	0,511	0,023	0,314	2,7517	0,001	-2E-04	0,0006

69	Semestre	0,256	0,394	0,1463	0,963	0,7365	2E-04	-6E-05	0,0012
70	Año	0,520	0,289	0,0057	0,12	1,7706	6E-04	-4E-05	0,0003
71	Semana	0,546	0,214	0	0	1E-63	4E-69	-1E-68	0
72	Mes	0,250	0,015	0	0	3E-132	2E-139	-1E-139	0
73	Semana	0,687	0,295	0	0	8E-52	5E-57	-2E-56	0
74	Mes	0,212	0,416	0,2049	1	9E-08	5E-12	-3E-05	0,0002
75	2 Meses	0,099	0,198	0,0998	1	0,0006	1E-08	-1E-05	0,0002
76	Trimestre	0,382	0,058	0	0	1E-18	4E-24	-8E-25	0
77	4 Meses	0,712	0,551	0,0104	0,172	2,0493	8E-04	-1E-04	0,0003
78	5 Meses	0,955	0,289	4E-08	3E-06	0,0002	3E-08	-4E-09	3E-09
79	Semestre	0,368	0,433	0,0903	0,794	2,3812	9E-04	-1E-04	0,0013
80	Año	0,334	0,244	0,0161	0,317	3,7346	9E-04	-6E-05	0,0006
81	Semana	0,683	0,686	0,0167	0,55	10,64	4E-04	-0,001	7E-05
82	Mes	0,127	0,316	0,1895	1	4E-14	1E-18	-2E-05	0,0001
83	2 Meses	0,386	0,365	0,016	0,414	6,6883	6E-04	-2E-04	0,0002
84	Trimestre	0,260	0,055	2E-18	4E-15	3E-12	8E-18	-2E-18	5E-19
85	4 Meses	0,422	0,231	0,0001	0,007	0,3531	2E-05	-4E-06	5E-06
86	5 Meses	0,452	0,298	0,0023	0,075	1,883	3E-04	-4E-05	8E-05
87	Semestre	0,148	0,309	0,1648	0,998	0,0709	1E-05	-2E-05	0,0007
88	Año	0,632	0,784	0,2228	0,81	0,8846	0,002	-2E-04	0,0041
89	Semana	0,385	0,671	0,2864	1	1E-22	4E-27	-5E-05	7E-05
90	Mes	0,429	0,906	0,4788	1	6E-10	2E-13	-6E-05	0,0004
91	Semana	0,459	0,187	0	0	2E-58	6E-64	-2E-63	0
92	Mes	0,521	0,813	0,2942	1	0,0013	3E-07	-7E-05	0,0004
93	2 Meses	0,166	0,211	0,0472	0,949	3,1049	9E-05	-5E-05	0,0003
94	Trimestre	0,742	0,277	5E-12	8E-10	1E-07	5E-12	-2E-12	4E-13
95	4 Meses	0,179	0,078	1E-06	2E-04	0,0512	4E-07	-7E-08	6E-08
96	5 Meses	0,912	0,503	0,0007	0,016	0,314	1E-04	-2E-05	3E-05
97	Semestre	0,529	0,062	8E-17	3E-14	1E-11	9E-17	-1E-17	8E-18
98	Año	0,721	0,078	2E-10	4E-08	8E-06	2E-10	-1E-11	3E-11
99	Semana	0,860	0,056	0	0	0	0	0	0
100	Mes	0,647	0,065	0	0	4E-88	5E-94	-3E-94	0

En este escenario podemos ver que con el mismo precio del botón de rosa analizado en las opciones de venta de \$ 0,520 en el mercado, un precio de ejercicio de \$ 0,313 y tiempo de ejercicio de dos meses,

tenemos una opción de compra con un precio de \$ 0,2096 por botón de rosa con un delta de 0,9995 (casi 1), es decir una opción “in the money” con la cual por cada variación de un dólar en el activo subyacente se producirá un cambio de un dólar en la prima de la opción; una variación teórica de la delta de la opción (Gamma) de 0,0198, es decir, la velocidad a la que se mueve la prima de una opción respecto de los cambios en el precio del activo subyacente es del 1,98%; una sensibilidad del valor justo de la opción a los cambios en su volatilidad teórica (vega) de 3,49E-06, es decir, ganará (perderá) 3,49E-06 dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución) de su volatilidad; un valor teórico de pérdida de la opción por cada día que pase sin que haya habido movimiento en el activo subyacente (Theta) de  $-4,49E-05$ , es decir, perderá  $-4,49E-05$  en su valor justo teórico y un rho de 0,00051, es decir, ganará (perderá) 0,00051 dólares por cada punto porcentual de aumento (disminución) en la tasa de interés del mercado<sup>27</sup>.

Se puede ver claramente que con una opción de compra *in the money* el precio de la misma es mayor que el de una opción *at the money* y una *out the money*, así mismo el precio de una opción de compra *at the money* es mayor que una opción de compra *out the money*.

---

<sup>27</sup> El mismo análisis se lo realiza en cada serie estimada.

La elección de la mejor opción tanto de compra como de venta de los botones de rosas dependerá de que tan adverso o amante al riesgo sea el comprador de la opción. Aunque por lo general las personas que hacen estos tipos de negocios son adversas al riesgo, sobre todo por el riesgo país que existe en Ecuador, factor muy importante para la decisión en el precio de las opciones.

#### **4.2.2 Análisis gráfico de los precios de las opciones y sus sensibilidades con respecto a los factores que inciden en el mismo.**

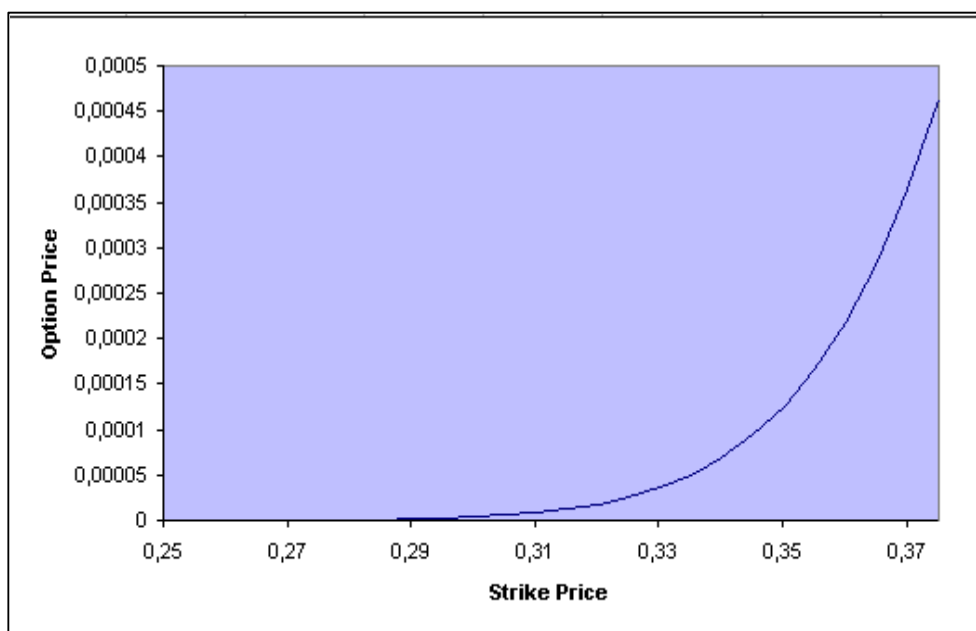
Para un mejor entendimiento de cómo valorar los precios de las opciones, se analizó gráficamente, el precio de la opción tanto de venta como de compra, contrastando el precio de la opción con el precio de ejercicio, tiempo de expirar dicha opción, volatilidad, tasa libre de riesgo, así como también para las sensibilidades de la opción.

#### 4.2.2.1 Análisis gráfico de los precios de las opciones

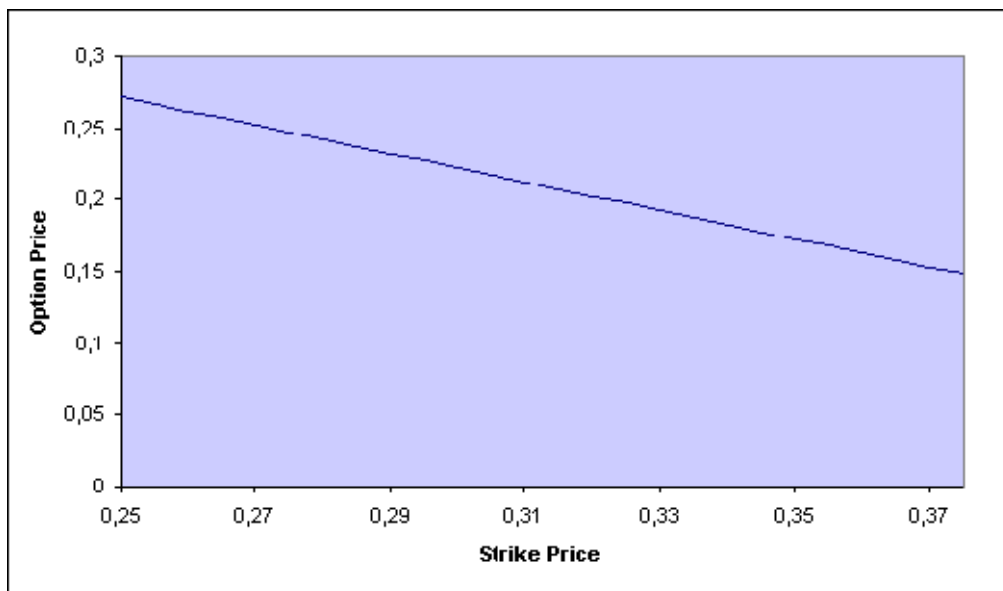
Para realizar el análisis utilizamos una opción con precio de ejercicio de \$ 0,313 y precio del activo subyacente en el mercado de \$ 0,520 y un tiempo de ejercicio de 2 meses, tanto para los gráficos de las opciones de compra como para las opciones de venta.

**Gráfico # 4.1**

**Precio de la opción de venta versus el precio del ejercicio**



### Precio de la opción de compra versus el precio del ejercicio



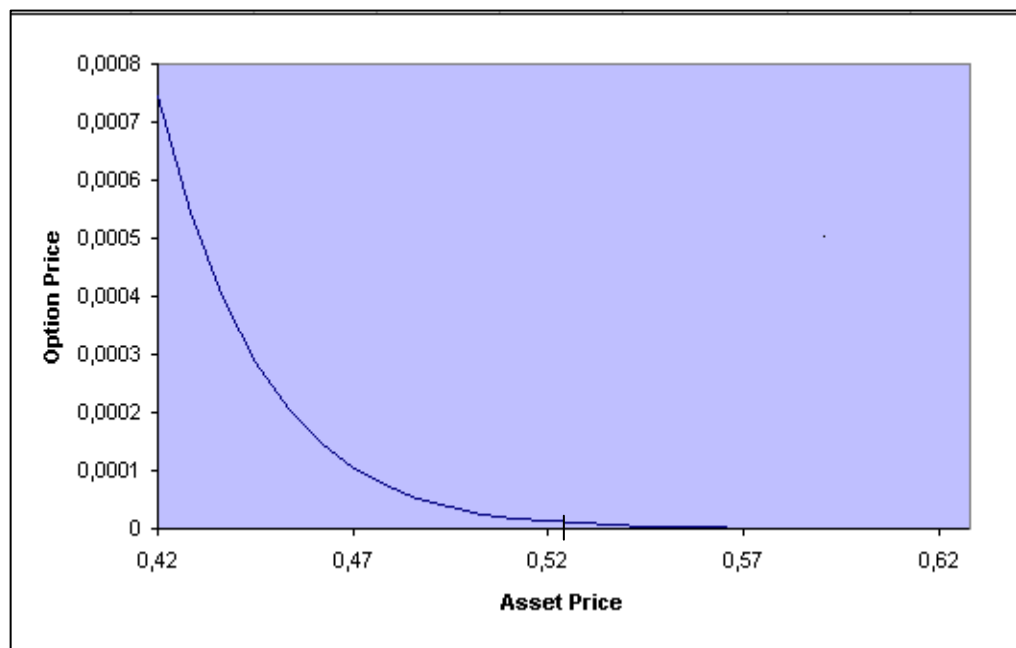
En el gráfico # 4.1 de la opción de venta podemos ver claramente que a medida que el precio del ejercicio de la opción de venta \$ 0,313 aumenta en un punto, el precio de la opción también aumenta, siendo éste aumento diferente en todos los intervalos de precios de ejercicio donde el rango del intervalo sea el mismo, es decir, una variación en un punto del precio de ejercicio de \$ 0,313 a \$ 0,323 produce un aumento en el precio de la opción mucho menor en comparación con una variación en un punto cuando el precio del ejercicio aumenta de \$ 0,343 a \$ 0,353 con relación a la cotización actual del subyacente, pues existe una probabilidad mayor que se ejerza la opción de venta (PUT).

Para las opciones de compra se da el caso inverso, a mayor precio de ejercicio de la opción que se desea adquirir, en comparación con el precio actual del subyacente, menor será la prima que se tenga que pagar por la compra de la opción dado que la probabilidad de que podamos ejercer nuestra opción de compra (CALL) será más baja.

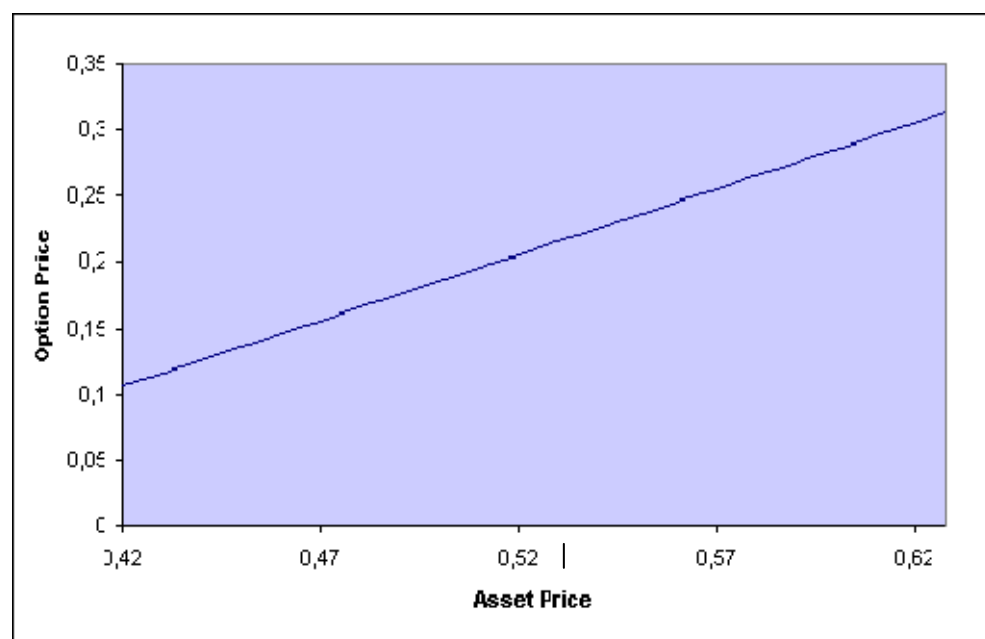
Para este caso, la curvatura de la gráfica de la opción de compra con respecto al precio de ejercicio es bien abierta, tendiendo a ser lineal, es decir la variación en el precio de ésta opción será menor en relación con la variación en la prima de la opción de venta para el mismo aumento en el activo subyacente, ya que la curvatura de ésta es más cóncava.

Gráfico # 4.2

Precio de la opción de venta versus el precio de las acciones



Precio de la opción de compra versus el precio de las acciones





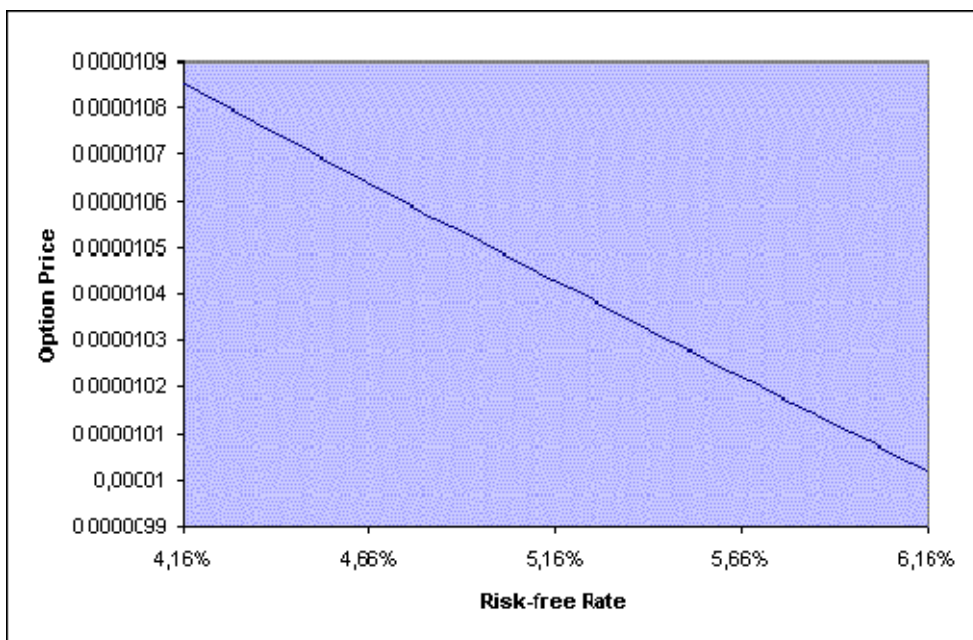
En el gráfico # 4.2 de la opción de venta podemos ver que a medida que el precio del activo subyacente de la opción de venta \$ 0,520 disminuya en un punto, el precio de la opción aumenta, siendo éste aumento diferente en todos los intervalos de precios de ejercicio donde el rango del intervalo sea el mismo, es decir, una variación en un punto del precio del activo subyacente de \$ 0,520 a \$ 0,510 produce un aumento en el precio de la opción mayor en comparación con una variación en un punto cuando el precio del activo subyacente aumenta de \$ 0,520 a \$ 0,530, debido a que la posibilidad de que se pueda ejercer la opción de venta es mayor.

Para la opción de compra tenemos que a medida de que la probabilidad de que el precio del activo subyacente aumente sea mayor, la prima por vendernos dicha opción de compra será mayor; así mismo cuando baje la posibilidad de que pueda ejercer su opción de compra, la prima a pagar por la compra de la CALL bajará.

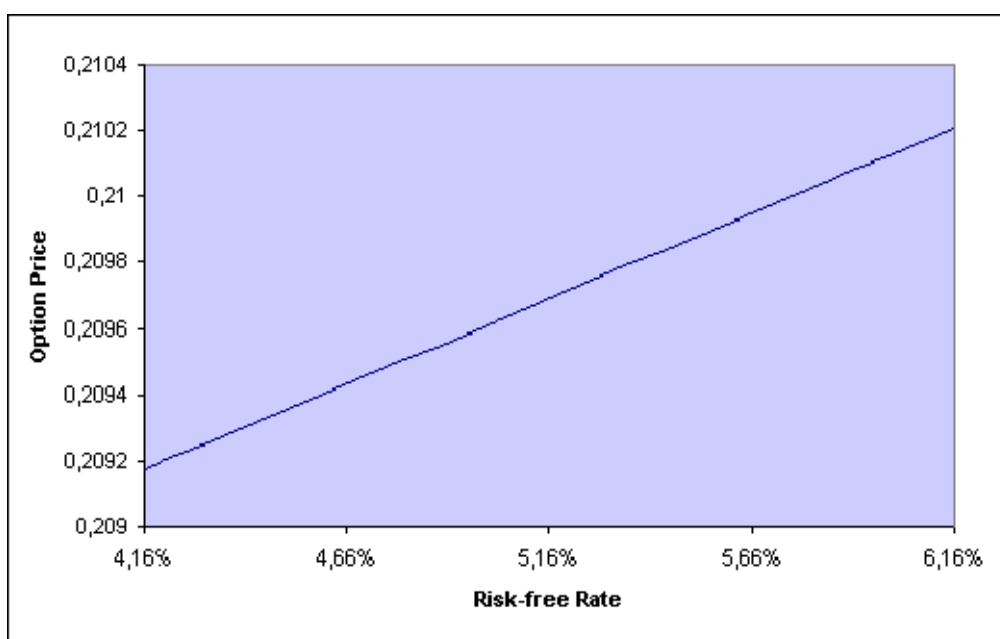
También se observa que la curvatura de la gráfica de la opción de compra tiene una tendencia lineal con respecto a la gráfica de la opción de venta.

Gráfico # 4.3

Precio de la opción de venta versus la tasa libre de riesgo



Precio de la opción de compra versus la tasa libre de riesgo

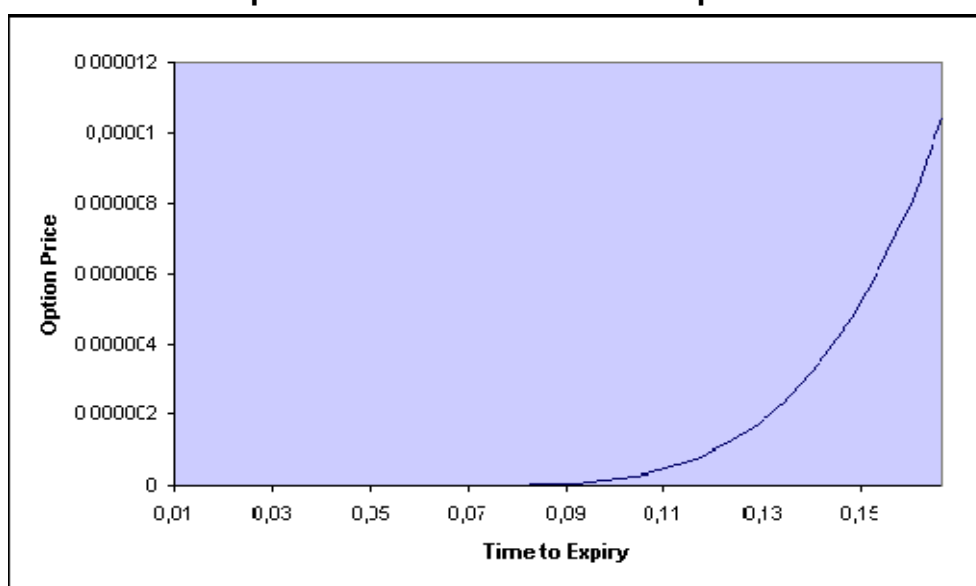


En las opciones el tipo de interés libre de riesgo afecta directamente a su precio, si hay un aumento de la tasa de interés libre de riesgo en el mercado local y la tasa de crecimiento esperada de los precios de las acciones también aumenta. En el gráfico de las opciones de venta, estos dos efectos tienden a disminuir la prima que se debe pagar por una opción de venta, mientras que en el gráfico de las opciones de compra se da lo contrario, un aumento en la tasa de interés libre de riesgo incide en un aumento de la prima de la opción.

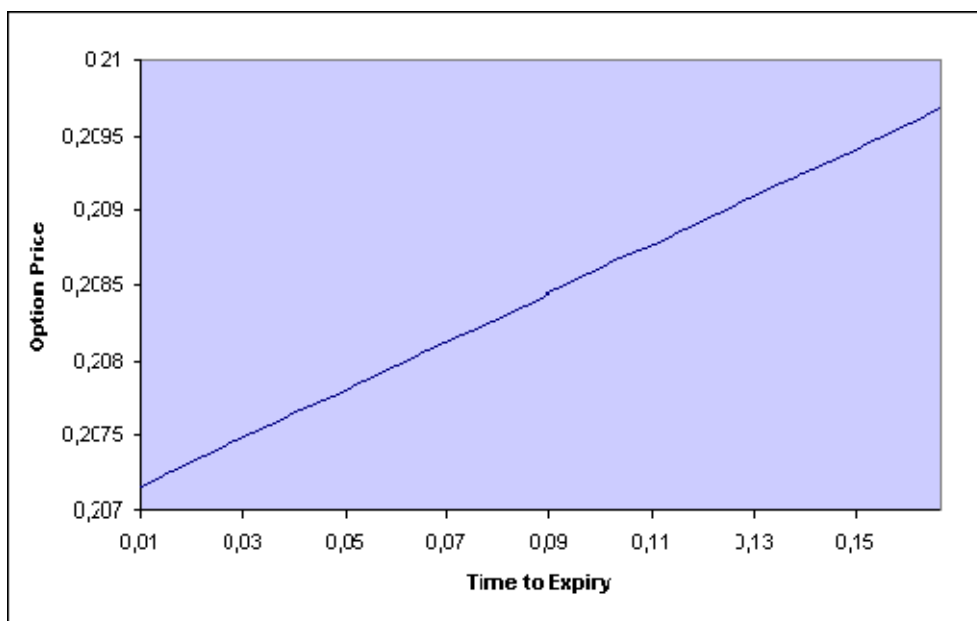
Así mismo el aumento o disminución de el precio de la opción de venta o compra es diferente en los intervalos de la tasa de interés de igual rango, ya que tiende a una correspondencia lineal, pero no es lineal.

**Gráfico # 4.4**

**Precio de la opción de venta versus el tiempo de vencimiento**



### Precio de la opción de compra versus el tiempo de vencimiento



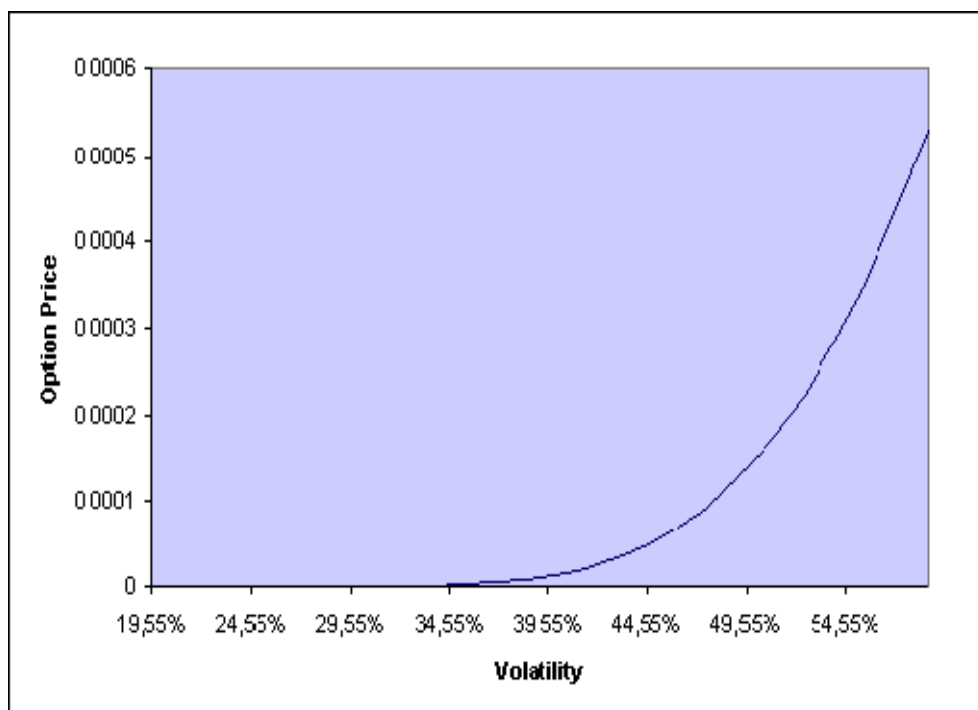
Como se dijo anteriormente un plazo corto en el vencimiento de la opción, incidirá en una menor probabilidad de poder ejercer la opción; mientras que un plazo largo para poder ejecutarla aumentaría dicha probabilidad.

Se puede observar en el gráfico # 4.4 tanto para la opción de venta como para la opción de compra que el precio de la opción aumenta, cuanto más largo sea su plazo de ejercicio y disminuye en caso contrario, Es decir este cambio en el precio de la acción causado por la variación del tiempo de vencimiento de la opción actúa contra los propietarios de opciones y a favor de los emisores.

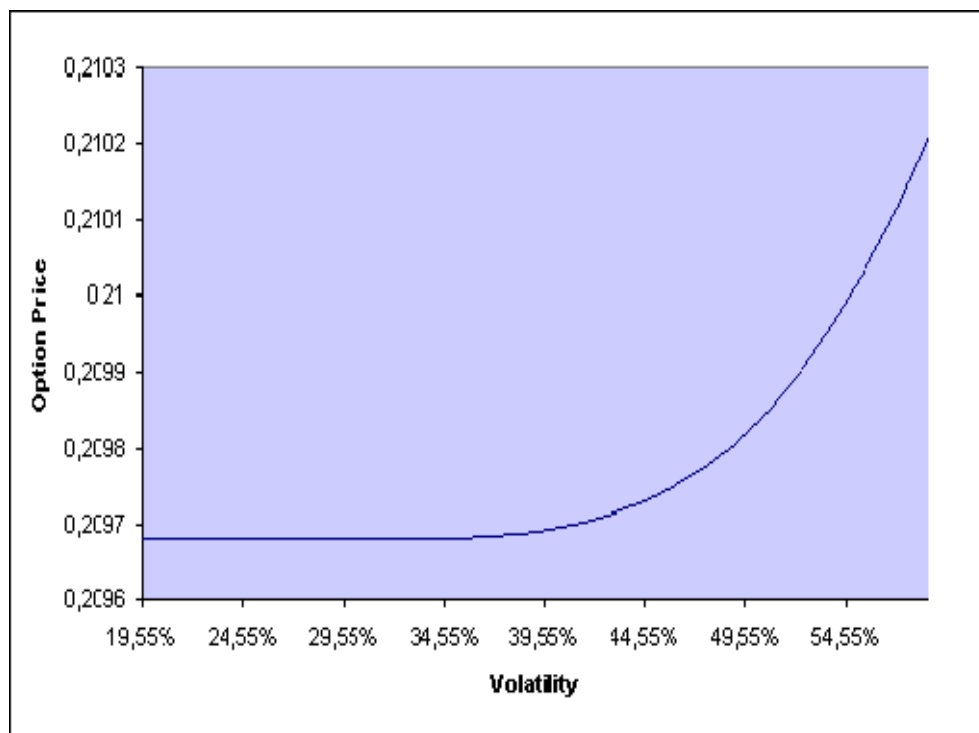
Sin embargo la prima a pagar por la opción de compra sería mayor en proporción con respecto a la prima a pagar por la opción de venta, ante un mismo aumento de fecha de vencimiento.

**Gráfico # 4.5**

**Precio de la opción de venta versus la volatilidad**



### Precio de la opción de compra versus la volatilidad



Se puede ver en el gráfico # 4.5 tanto para la opción de venta como para la opción de compra que un aumento (disminución) en la volatilidad incidirá en un aumento (disminución) del precio de la opción, debido a que la opción tiene una mayor probabilidad que se ejerza, siendo este aumento mayor en cada intervalo diferente de un punto porcentual en la volatilidad.

Así mismo como en el factor fecha de vencimiento, la prima a pagar por la opción de compra sería mayor en proporción con respecto a la prima a pagar por la opción de venta, ante un mismo aumento de volatilidad.

#### **4.2.2.2 Análisis gráfico de las sensibilidades de los precios de las opciones**

Para analizar las sensibilidades de las opciones utilizaremos los mismos datos utilizados en el inciso anterior.

Las sensibilidades de las opciones son importantes, y cada una de ellas tiene que ver con un factor de incidencia en el precio de la opción en particular, es por eso que sólo analizaremos las sensibilidades con el factor al que ésta tenga relación.

- **Sensibilidad Delta**

Las deltas reflejan cuanto aumentará (disminuirá) la prima de la opción ante un aumento (disminución) del activo subyacente.

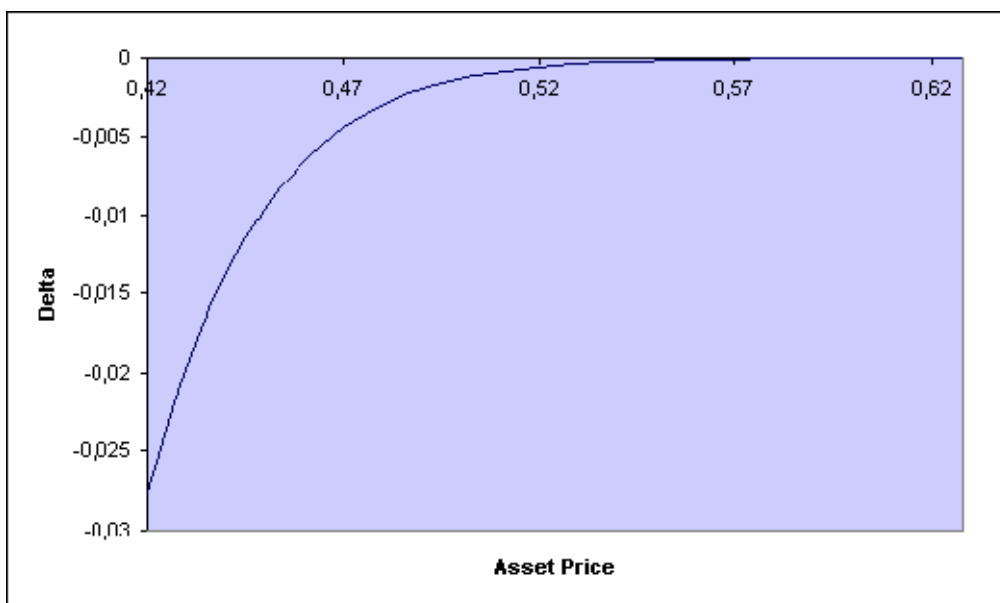
En el gráfico # 4.6, se aprecia que a un aumento del activo subyacente, la delta de la opción de venta disminuye, es decir el precio de la opción de venta disminuirá en la misma cantidad del delta, siendo en este caso más favorable para el comprador de una opción de este tipo cuando el precio del activo disminuye, ya que mayor será la cantidad a disminuir del precio de la opción.

Para las opciones de compra se da una situación parecida, a un aumento del activo subyacente, el delta del precio de la opción aumenta, es decir el precio de la opción de compra aumentará en la misma cantidad del delta, siendo en este caso menos favorable para el comprador de una opción de este tipo cuando el precio del activo subyacente aumenta, ya que el precio de la opción de compra subirá.

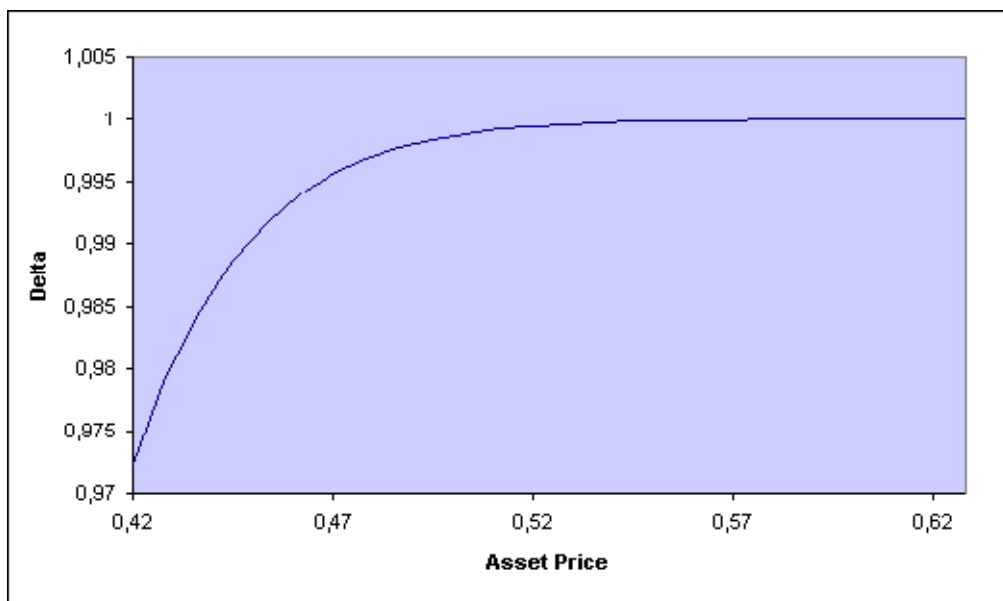


**Gráfico # 4.6**

**Sensibilidad Delta del precio de la opción de venta versus el precio de las acciones**



**Sensibilidad Delta del precio de la opción de compra versus el precio de las acciones**



- **Sensibilidad Gamma**

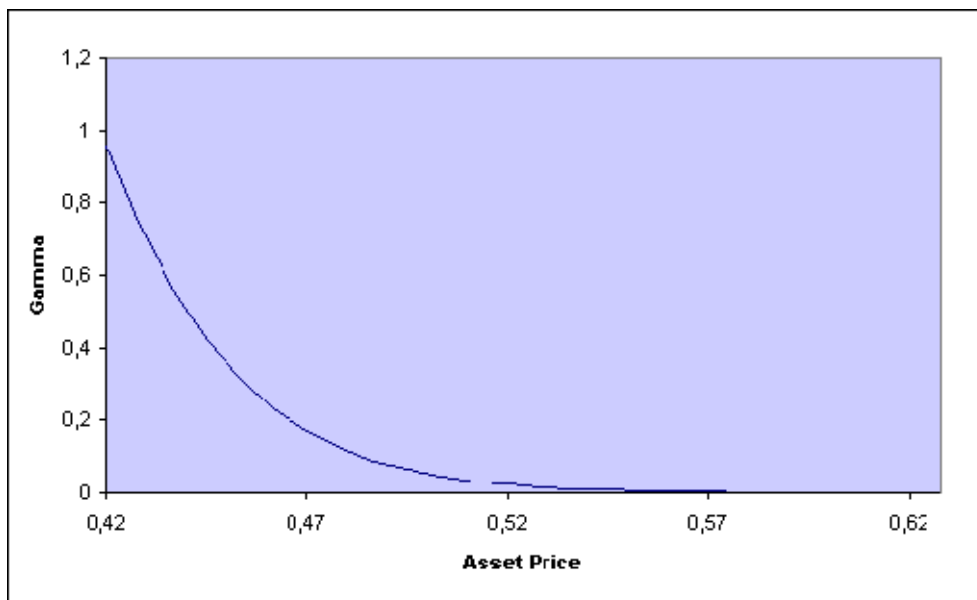
La gamma refleja cuánto aumentará (disminuirá) la delta de una opción, por cada dólar que aumente o disminuya el activo subyacente.

En el gráfico # 4.7 se observa que para un aumento (disminución) del precio del activo subyacente, el precio de la gamma disminuye (aumenta), es decir el valor del delta del precio de la opción de venta disminuirá (aumentará) una cantidad gamma, lo que ocasiona una proporción delta menor (mayor) a disminuir del precio de la opción de venta.

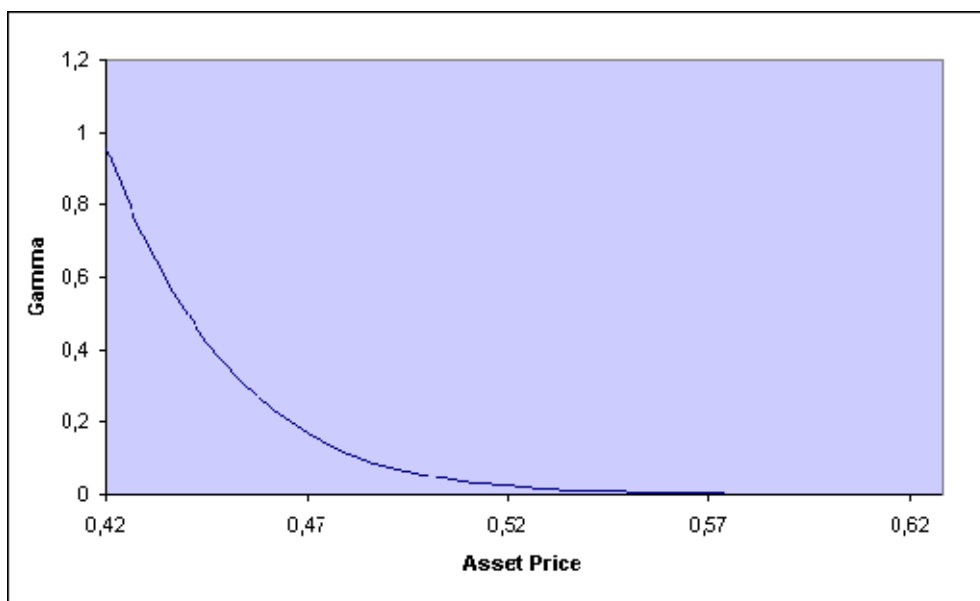
Para las opciones de compra se tiene el mismo gráfico y valor gamma, pero tiene un efecto diferente en el precio de la opción de compra, es decir, para un aumento (disminución) del precio del activo subyacente, el precio de la gamma disminuye (aumenta), es decir el valor del delta del precio de la opción de compra aumentará (disminuirá) una cantidad gamma, lo que ocasiona una proporción delta mayor (menor) a aumentar en el precio de la opción de compra.

**Gráfico # 4.7**

**Sensibilidad Gamma del precio de la opción de venta versus el precio de las acciones**



**Sensibilidad Gamma del precio de la opción de compra versus el precio de las acciones**



- **Sensibilidad Theta**

La theta refleja cuánto valor teórico perderá una opción por cada día que el activo subyacente pase sin tener movimiento.

En el gráfico # 4.8 se aprecia para las opciones de venta que por cada día que pase el activo subyacente sin movimiento el valor absoluto del theta aumenta, por lo tanto la opción de venta perderá una cantidad theta en su valor justo teórico.

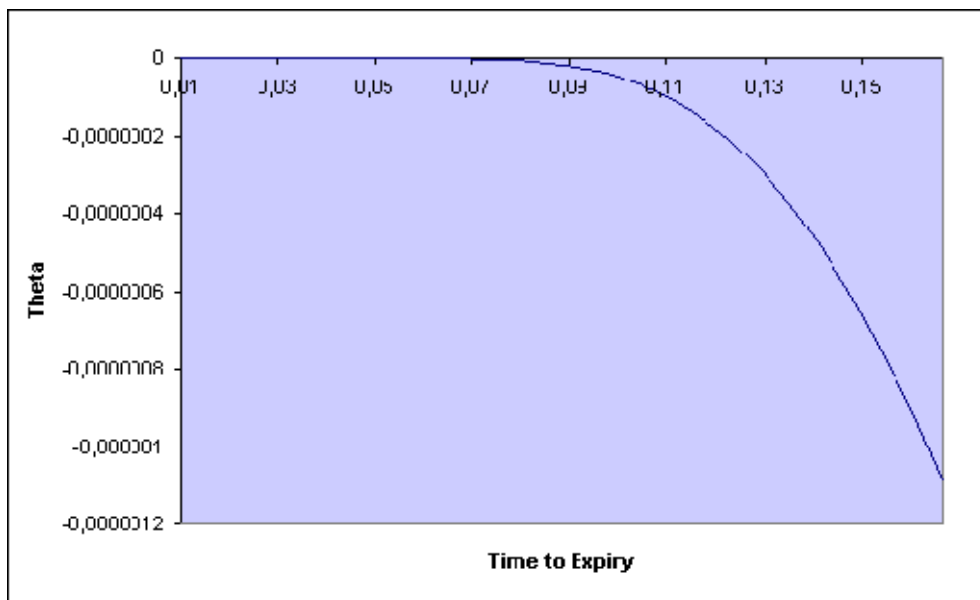
Para las opciones de compra tenemos el mismo escenario, pero con una pequeña variación, se observa que hasta aproximadamente la mitad de vida de la opción<sup>28</sup> el valor absoluto del theta disminuye por cada día que pase sin tener movimiento, es decir, la cantidad que pierde en su valor justo teórico va disminuyendo desde el primer día de vida de la opción hasta aproximadamente el primer mes de vida, a partir del cual el valor absoluto del theta comienza a aumentar, perdiendo dicha cantidad theta de su valor justo teórico mientras dure la opción por cada día que pase sin que el activo subyacente disminuya.

---

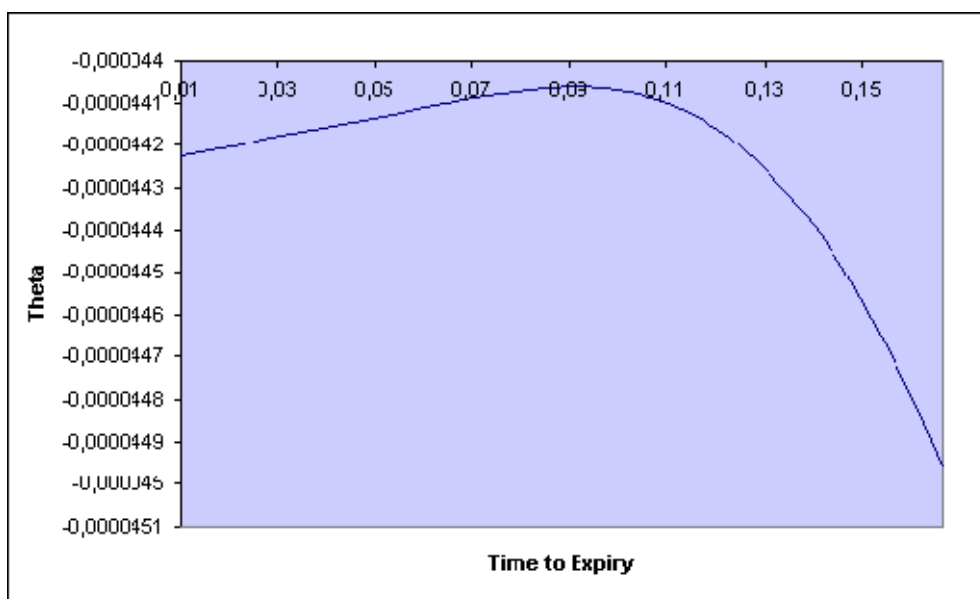
<sup>28</sup> El tiempo de vida de la opción que se está analizando es de dos meses

Gráfico # 4.8

**Sensibilidad Theta del precio de la opción de venta versus el  
Tiempo de vencimiento**



**Sensibilidad Theta del precio de la opción de compra versus el  
Tiempo de vencimiento**



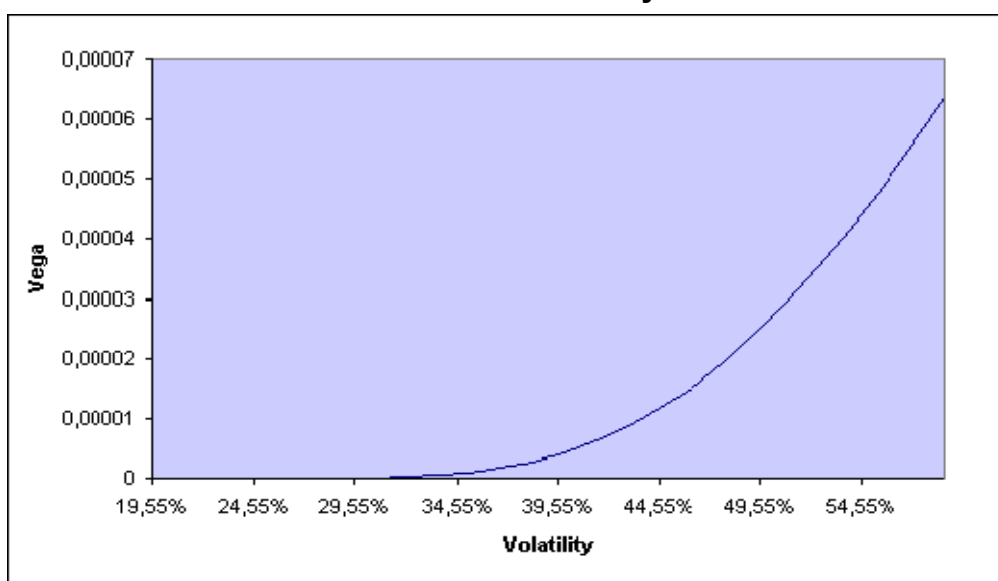
- **Sensibilidad Vega**

La Vega mide la sensibilidad del valor justo de una opción a los cambios en su volatilidad teórica.

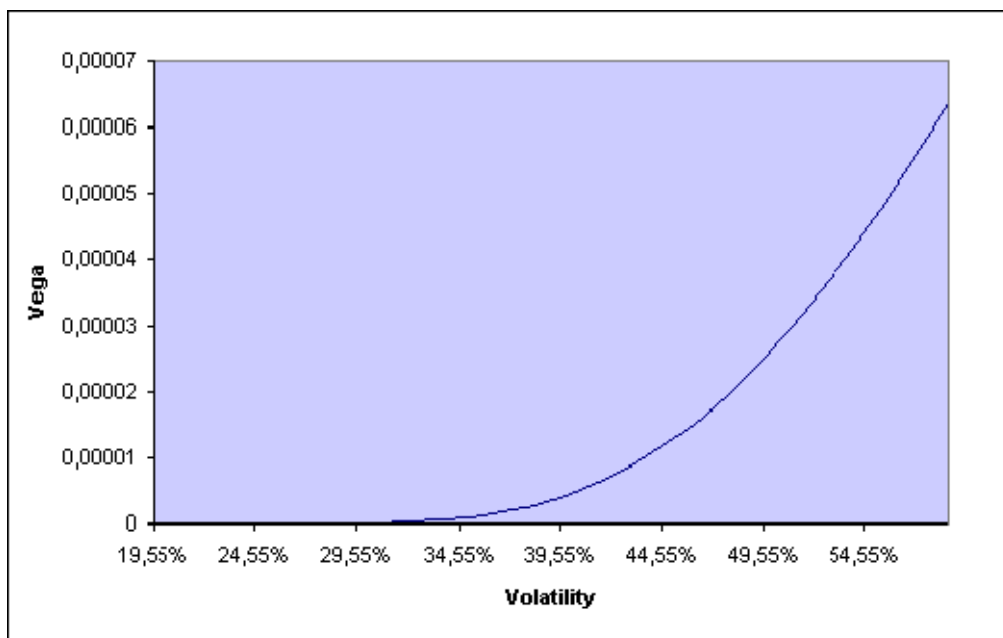
En el gráfico # 4.9 se aprecia tanto para la opción de compra como para la opción de venta que por cada punto porcentual que aumente la volatilidad la sensibilidad vega del precio de la opción aumenta, es decir la opción ganará dicha cantidad vega por cada punto porcentual que aumente el activo subyacente en su volatilidad. Así mismo si la volatilidad disminuye en un punto porcentual la opción perderá dicha cantidad vega.

**Gráfico # 4.9**

**Sensibilidad Vega del precio de la opción de venta versus la volatilidad del activo subyacente**



**Sensibilidad Vega del precio de la opción de compra versus la volatilidad del activo subyacente**



- **Sensibilidad Rho**

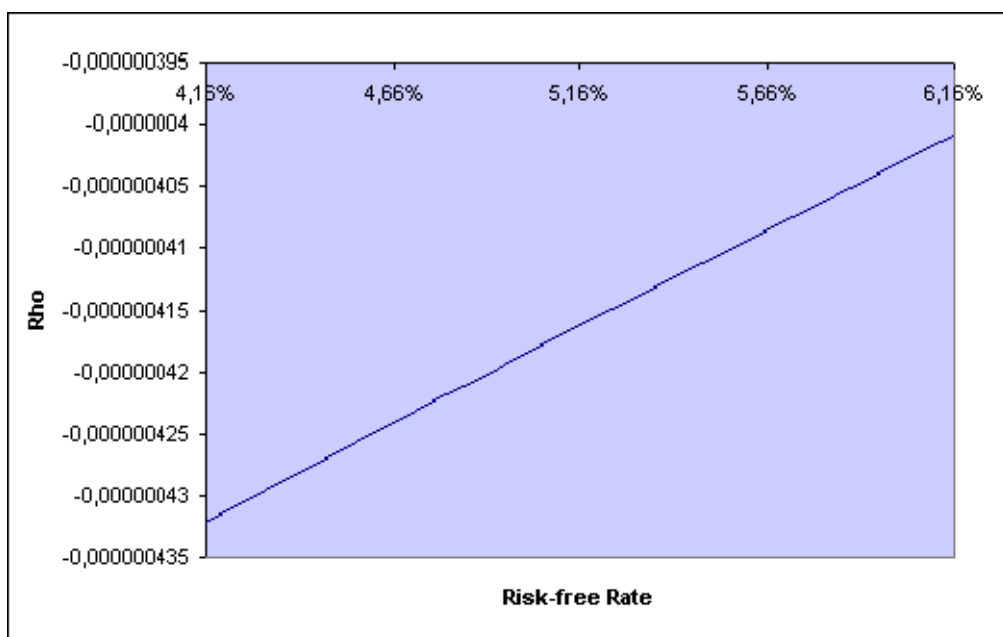
El Rho mide la sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés.

En el gráfico # 4.10 se puede apreciar para las opciones de venta que por cada punto porcentual que aumente (disminuya) la tasa de interés libre de riesgo del mercado, la cantidad rho aumenta (disminuye), es decir por cada punto porcentual que aumente (disminuya) la tasa de interés la opción perderá (ganará) dicha cantidad rho.

Para las opciones de compra se da lo contrario, por cada punto porcentual que aumente (disminuya) la tasa de interés libre de riesgo del mercado, la cantidad rho disminuye (aumenta), es decir por cada punto porcentual que aumente (disminuya) la tasa de interés, la opción ganará (perderá) dicha cantidad rho.

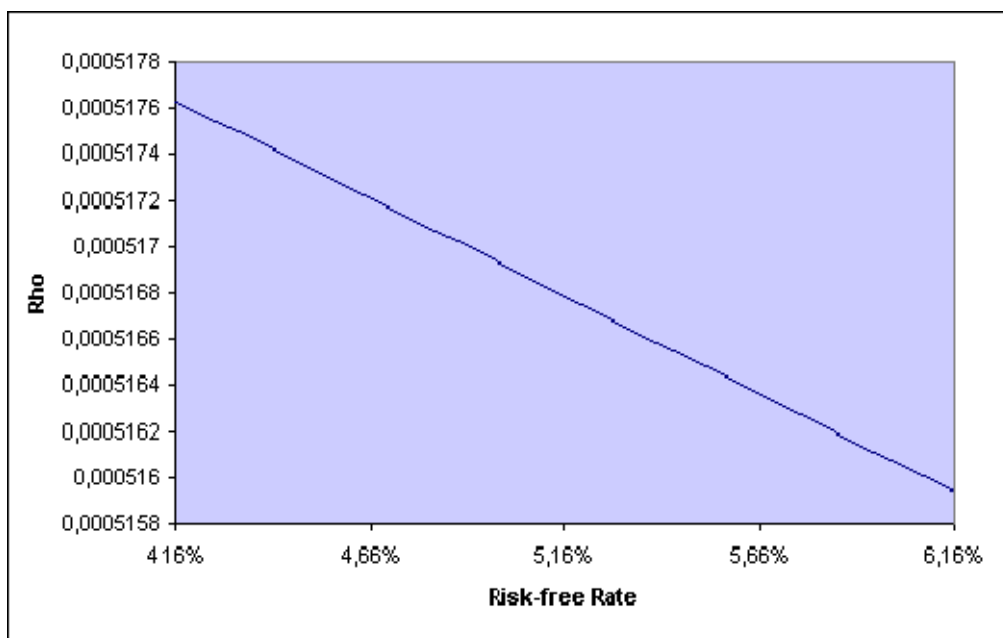
#### Gráfico # 4.10

**Sensibilidad Rho del precio de la opción de venta versus la tasa de interés libre de riesgo.**





**Sensibilidad Rho del precio de la opción de compra versus la  
tasa de interés libre de riesgo.**



## CONCLUSIONES

1. Al analizar el precio de los botones de rosas frescas así como la cantidad producida y exportada, se aprecia que no siguen un patrón constante, pudiendo tener muchas variaciones, tal como se ve en los últimos siete años.
2. La estimación de la volatilidad de los precios de los botones de rosas frescas exportados al mercado estadounidense, que se realizó en este trabajo resultó aceptable para los datos históricos considerados.
3. Un aumento en la volatilidad de los precios de los botones de rosas (activo subyacente) se ve reflejado en el aumento del precio de la opción tanto de compra como de venta, debido a que el propietario de una opción de compra se beneficia con el aumento de los precios del activo subyacente y así mismo el propietario de una opción de venta se beneficia con la reducción de los precios del activo subyacente.
4. Al analizar la serie de los precios de los botones de rosas, y aplicar modelos Garch, se concluye que los precios siguen un modelo Garch(1,1), donde el primer término entre paréntesis se refiere a la presencia de un término GARCH de primer orden  $\sigma_{n-1}^2$  y el segundo

término representa un término ARCH de primer orden  $u_{n-1}^2$ . El modelo

resultante es:

$$Y_n = u_n$$
$$\sigma_n^2 = \omega + \alpha u_{n-1}^2 + \beta \sigma_{n-1}^2$$

Este modelo nos da predicciones confiables con respecto a las volatilidades de los precios de las acciones.

5. Con respecto al precio de la opción de compra de los botones de rosas con relación a la tasa de interés libre de riesgo se tiene que la pendiente de la curva es positiva, es decir con un aumento en la tasa de interés el precio de la opción también aumenta, mientras que la opción de venta con relación a la tasa libre de riesgo se tiene una pendiente negativa, es decir el precio de la opción disminuye a medida que la tasa libre de riesgo aumenta.
6. Debido a la variación que presenta la tasa de interés en el mercado, se considera para el cambio de frontera a la variable  $r$ , que es la tasa de interés libre de riesgo, en la suavización de la formula original de Black – Scholes, la misma que se establece como una serie de tiempo en el transcurso de la vida útil de la opción.

7. El precio de una opción de compra *in the money* es mayor que el de una opción *at the money* y una *out the money*, así mismo el precio de una opción de compra *at the money* es mayor que el precio de una opción de compra *out the money*.
8. El precio de una opción de venta *in the money* es menor que el de una opción *at the money* y una *out the money*, así mismo el precio de una opción de venta *at the money* es menor que el precio de una opción de compra *out the money*.
9. En la sensibilidad de las opciones si el valor de gamma es bajo se experimentarán cambios pequeños en la derivada delta de la opción, por lo que se recomienda ajustar la posición del activo subyacente, mientras que con un gamma alto con un movimiento pequeño en el activo subyacente, se verá afectado el delta de gran manera, lo cual obliga a reajustar la posición del activo subyacente si se quiere seguir cubierto.
10. La sensibilidad del precio de la opción a variaciones en la volatilidad del activo subyacente (vega), en las opciones a largo plazo es un factor muy importante, debido a los errores que puede existir en la

estimación de las volatilidades o también a las variaciones en la volatilidad real del mercado.

11. Las ventajas de la compra de una opción PUT son las mismas que las de la compra de una opción CALL. Para la selección del tipo de opciones que es recomendable comprar se debe prever con antelación la magnitud de la caída de los precios. Con una baja sustancial y a corto plazo en el precio de los botones de rosas, se debe comprar series “out of the money”, si la baja es menos sustancial y es a largo plazo, son mejores las opciones “in the money” y las de larga duración.

12. Una opción PUT “at the money” generará los máximos beneficios, gracias a su elevada prima, pero tiene un mayor riesgo de que se ejerza. Las opciones “out of the money” producirán unos rendimientos mucho menores, a causa de sus bajas primas, pero son posiciones más seguras contra la amenaza de ser ejercidas.

## **RECOMENDACIONES**

1. Es recomendable que los productores de flores utilicen los métodos analizados en este trabajo, tales como la fórmula de Black – Scholes, y modelos GARCH (1,1), para determinar y emitir opciones de compra a los empresarios estadounidenses, que es su mayor comprador, esta emisión de opciones deben revisarlas constantemente debido a que el Ecuador está considerado como un país muy riesgoso, por lo que la tasa de interés libre de riesgo varía, por lo tanto el activo subyacente y el precio de la opción también varían.
2. La demanda mundial de flores frescas es altamente dependiente del desarrollo económico de los países y de las exigencias del consumidor, por lo que se deben mejorar las técnicas y la calidad de las rosas, para poder ofrecer opciones más cotizadas en el mercado, y que esto se vea reflejado en el precio del botón de rosa, también por la dura competencia con Colombia, otro de los más importantes países exportadores de flor de América Latina.
3. Realizar un estudio sobre la fórmula de Black – Scholes con respecto al precio del activo subyacente para determinar un precio de opción de compra que disminuya el porcentaje de pérdida de los productores de

flores cuando se presentan factores externos a la producción de rosas como el suceso del 2 de noviembre del 2002 con la explosión del volcán reventador, el cual destruyó la mayor parte de la producción de rosas destinadas a ser exportadas a los diferentes mercados en el mes de febrero del 2003.

4. Utilizar modelos Tramo – Seats para un mejor análisis de la serie de los precios de los botones de las diferentes variedades de rosas desestacionalizándolas.
5. La creación de una cámara de compensación, la misma que garantice el cumplimiento y finalización de la compra de las opciones de los botones de rosas ecuatorianos.
6. La creación de un centro de capacitación, en las entidades llamadas a realizar las transacciones con opciones, como la Bolsa de Productos Agrícolas, explicando a los floricultores todas las ventajas y desventajas de invertir en actividades financieras como las opciones de compra y venta en este caso de las rosas.
7. Es recomendable que los floricultores en general tomen en cuenta esta forma de invertir y promocionar su producto, para esto deben de

analizar todos los escenarios posibles y realizar estrategias ante un cambio en el activo subyacente y las consecuencias que éste produce con los factores que inciden en el precio de las opciones, por lo menos realizar el análisis que se realizó en el capítulo cuatro de este trabajo con respecto al precio de la opción y a sus sensibilidades.



# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### EXPORTACIONES POR PRODUCTO PRINCIPAL

(1998 – 2002)

Producto	1.998		1.999		2.000		2.001		2002*	
	Valor FOB	%	Valor FOB	%	Valor FOB	%	Valor FOB	%	Valor FOB	%
Petróleo crudo	788.974	18,8%	1.312.311	29,5%	2.144.009	43,5%	1.722.332	37,1%	636.602	34,4%
Banano y plátano	1.070.129	25,5%	954.378	21,4%	821.374	16,7%	846.562	18,2%	449.630	24,3%
Camarón	872.282	20,8%	607.137	13,6%	285.434	5,8%	280.233	6,0%	90.837	4,9%
Café	71.660	1,7%	56.897	1,3%	22.219	0,5%	15.031	0,3%	691	0,0%
Flores naturales	161.962	3,9%	180.400	4,1%	194.650	4,0%	229.279	4,9%	89.138	4,8%
Cacao	18.957	0,5%	63.931	1,4%	38.129	0,8%	54.907	1,2%	37.396	2,0%
Otros	1.219.085	29,0%	1.276.030	28,7%	1.420.812	28,8%	1.499.148	32,3%	545.257	29,5%
Total	4.203.049	100,0%	4.451.084	100,0%	4.926.627	100,0%	4.647.492	100,0%	1.849.551	100,0%
* Cifras hasta mayo del 2002										

Fuente: Boletín mensual estadístico Banco Central del Ecuador.  
Exportaciones por producto principal

## ANEXO 2

### LOS 50 PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES MÁS EXPORTADOS

#### POR VOLUMEN 1/

PERÍODO: ENERO – OCTUBRE

A Ñ O	2 0 0 2*				2 0 0 1**			
P R O D U C T O	ORD.	VOLUMEN	PART.	VALOR FOB	ORD.	VOLUMEN	PART.	VALOR FOB
	2/	(TM)	3/	(000 USD)	2/	(TM)	3/	(000 USD)
TOTAL EXPORTACIONES		16,360,518		4,047,332		20,143,746		4,665,272
TOTAL AGROINDUSTRIAL		4,431,846	100%	1,960,955		4,840,483	100%	2,216,530
PRINCIPALES PRODUCTOS		4,382,092	98.88%	1,896,194		4,779,265	98.74%	2,138,090
BANANO	1	3,494,153	78.84%	775,794	1	3,526,216	72.85%	826,39
CONSERVAS DE PESCADO	2	121,142	2.73%	267,942	2	140,108	2.89%	258,38
PLÁTANO	3	83,917	1.89%	18,611	3	113,918	2.35%	17,985
MAÍZ AMARILLO	4	61,641	1.39%	7,341	4	85,112	1.76%	12,356
FLORES Y CAPULLOS FRESCOS	5	55,663	1.26%	223,097	6	74,123	1.53%	237,683
CACAO EN GRANO	6	47,048	1.06%	73,242	9	55,56	1.15%	55,048
BANANO O PLÁTANO LOS DEMÁS	7	45,755	1.03%	8,93	15	31,783	0.66%	8,178
LANGOSTINO Y CAMARÓN CONGELADO LOS DEMÁS	8	34,815	0.79%	194,75	12	44,215	0.91%	280,444
PESCADO O FILETE REFRIGERADO O CONGELADO	9	32,089	0.72%	73,403	8	56,154	1.16%	91,994
ACEITE DE PALMA CRUDO Y REFINADO	10	28,181	0.64%	12,951	44	3,929	0.08%	2,273
ARROZ SEMIBLANQUEADO O BLANQUEADO	11	26,056	0.59%	7,174	5	74,511	1.54%	26,943
SOYA EN GRANO	12	25,437	0.57%	6,11	10	51,017	1.05%	10,722

FRUTAS Y PARTES COMESTIBLES DE PLANTAS EN CONSERVA LAS DEMÁS	13	25,432	0.57%	10,124	17	28,395	0.59%	10,647
PIÑA	14	25,202	0.57%	9,281	21	16,286	0.34%	4,672
CEBOLLAS Y CHALOTES	15	23,829	0.54%	2,212	13	36,911	0.76%	3,435
HARINA DE PESCADO	16	21,476	0.48%	10,139	7	56,706	1.17%	22,239
COLIFLORES Y BRÉCOLES (BROCCOLI)	17	19,562	0.44%	16,35	18	26,641	0.55%	21,438
PREMEZCLAS UTILIZADAS PARA ALIMENTACIÓN DE ANIMALES	18	18,024	0.41%	3,295	50	3,572	0.07%	763
GRASAS Y ACEITES VEGETALES	19	12,168	0.27%	8,558	16	30,131	0.62%	16,533
MANGO	20	10,974	0.25%	3,836	14	33,933	0.70%	11,832
ALCOHOL ETÍLICO	21	10,895	0.25%	6,623	26	11,191	0.23%	7,343
FRÉJOL EN CONSERVA	22	10,486	0.24%	7,528	27	11,031	0.23%	8,391
PALMITO	23	10,369	0.23%	17,515	20	16,9	0.35%	27,978
JUGO DE MARACUYÁ	24	10,242	0.23%	19,568	24	12,974	0.27%	21,655
HARINA DE ARROZ	25	9,899	0.22%	787	41	5,067	0.10%	535
FRUTOS CONGELADOS LOS DEMÁS	26	8,467	0.19%	6,61	33	7,619	0.16%	6,29
CAFÉ SIN TOSTAR Y TOSTADO	27	7,872	0.18%	6,133	19	23,829	0.49%	15,455
HUEVOS COMERCIALES	28	7,462	0.17%	4,967	32	8,075	0.17%	5,465
FRÉJOL SECO	29	6,925	0.16%	4,766	25	12,237	0.25%	6,836
EXTRACTOS DE CAFÉ (CAFÉ INDUSTRIALIZADO)	30	6,418	0.14%	24,374	31	8,455	0.17%	28,649
MERMELADAS, JALEAS Y PURÉS DE FRUTAS	31	5,618	0.13%	2,614	29	8,586	0.18%	3,616
CHICLE Y GOMA DE MASCAR	32	5,495	0.12%	10,082	38	5,827	0.12%	9,691
AZÚCAR CRUDA	33	5,366	0.12%	1,534	11	46,594	0.96%	16,535
ACEITE DE SOYA CRUDO Y REFINADO	34	5,118	0.12%	3,758				
BOMBONES Y CAMELOS	35	4,729	0.11%	13,464	39	5,614	0.12%	16,159
LIMÓN	36	4,513	0.10%	516	30	8,541	0.18%	852
PASTA DE CACAO	37	4,208	0.09%	9,347	34	6,897	0.14%	8,556
YUCA	38	3,93	0.09%	1,054	23	14,605	0.30%	1,2

DURIONES	39	3,748	0.08%	291				
AGUACATE	40	3,732	0.08%	313	35	6,559	0.14%	333
FRUTOS FRESCOS LOS DEMÁS	41	3,64	0.08%	295	28	9,018	0.19%	801
FÉCULA DE YUCA	42	3,216	0.07%	254	43	4,297	0.09%	539
AZÚCAR REFINADA	43	3,054	0.07%	916	22	15,388	0.32%	4,756
PRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL IMPROPIOS PARA ALIMENTACIÓN HUMANA	44	2,876	0.06%	825				
MANTECA DE CACAO	45	2,839	0.06%	7,27	36	6,026	0.12%	11,45
CARNE DE POLLO	46	2,7	0.06%	3,033	40	5,455	0.11%	6,006
MANDARINAS	47	2,7	0.06%	184	42	4,425	0.09%	294
CACAO EN POLVO	48	2,55	0.06%	5,733	46	3,817	0.08%	4,418
JIBIAS, GLOBITOS, CALAMARES Y POTAS CONGELADOS	49	2,471	0.06%	997				
D-GLUCITOL (SORBITOL)	50	2,32	0.05%	1,154	48	3,732	0.08%	2,003
MATERIAS VEGETALES LAS DEMÁS UTILIZADAS EN CESTERÍA	51	2,29	0.05%	115	37	5,936	0.12%	292
TORTA DE ALMENDRA DE PALMA	56	1,871	0.04%	71	47	3,806	0.08%	132
PAPAYAS	68	933	0.02%	120	49	3,669	0.08%	406
ACEITE CRUDO Y REFINADO DE HÍGADO DE LOS DEMÁS PESCADOS	74	579	0.01%	250	45	3,874	0.08%	1,501
OTROS PRODUCTOS		49,754	1.12%	64,761		61,218	1.26%	78,44

Fuente: Banco Central del Ecuador

1/ Los productos del Sector Agroindustrial, son los adoptados por la Organización Mundial del Comercio -O.M.C.-

2/ Orden de importancia de acuerdo al volumen

3/ Participación con respecto al Total Agroindustrial

\*Datos provisionales acumulados de enero a octubre

\*\* Datos provisionales acumuladas de enero a diciembre

### ANEXO 3

## ECUADOR INVERSIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTACIÓN DE DOS HECTÁREAS DE ROSAS

(U.S.D dólares)

RUBRO	1998	2000	INCREMENTO		INCREMENTO TOTAL/Ha 1)	INCRE. GASTOS MANTEN.
			3%	DIFERENCIA		
<b>ACTIVOS FIJOS</b>						
Terreno con infraestructura	45,000	47,786	47,930	143	207,870	
Fomento Agrícola	330,300	350,752	351,804	1,052	1,525,769	1,525,769
Invernaderos (estructura y tutoreo)	38,600	40,990	41,113	123	178,307	
Invernadero plástico	30,400	32,282	32,379	97	140,428	
Cable vía y cortina rompevientos	15,100	16,035	16,083	48	69,752	
Galpón de clasificación y empaque	11,600	12,318	12,355	37	53,584	
Cuarto de prefrío y frío	13,200	14,017	14,059	42	60,975	
Tanque de fertilización y fosa séptica	2,500	2,655	2,663	8	11,548	
Herramientas, Sublimadores	8,000	8,495	8,521	25	36,955	36,955
Reservorio	7,000	7,433	7,456	22	32,335	
Red eléctrica	4,000	4,248	4,260	13	18,477	
Equipo de fumigación	10,000	10,619	10,651	32	46,193	
Equipo de fertirrigación	36,000	38,229	38,344	115	166,296	
Cámara frigorífica	20,000	21,238	21,302	64	92,387	
Bodega	13,200	14,017	14,059	42	60,975	
Vehículo y camión frío	62,000	65,839	66,036	198	286,399	
Vivienda y batería sanitaria	20,000	21,238	21,302	64	92,387	

Muebles y enseres	8,000	8,495	8,521	25	36,955	
<b>a) SUBTOTAL</b>	<b>674,900</b>	<b>716,688</b>	<b>718,839</b>	<b>2,150</b>	<b>3,117,595</b>	<b>1,562,724</b>
<b>ACTIVOS DIFERIDOS</b>						
Gastos pre-operativos	22,000	23,362	23,432	70	101,626	
Intereses pre-operativos	30,400	32,282	32,379	97	140,428	
Imprevistos	6,700	7,115	7,136	21	30,950	
<b>b) SUBTOTAL</b>	<b>59,100</b>	<b>62,759</b>	<b>62,948</b>	<b>188</b>	<b>273,003</b>	
<b>c) CAPITAL DE OPERACIÓN</b>	<b>20,000</b>	<b>21,238</b>	<b>21,302</b>	<b>64</b>	<b>92,387</b>	
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>754,000</b>	<b>800,686</b>	<b>803,088</b>	<b>2,402</b>	<b>3,482,985</b>	
<p>Al año 2000 se estima en 2,900 hectáreas cultivadas en la Sierra, y 190 hectáreas de flores tropicales  1/ Incremento estimado en dos hectáreas por la mitad del área cultivada  FUENTE: EXPOFLORES</p>						

## ANEXO 4

### CALCULO DE LAS VOLATILIDADES

<i>DIA</i>	<i>Precio(\$)</i>	<i>Precio relativo</i>	<i>Retorno Diario</i>	<i>Cuadrado del Retorno Diario</i>
1	0,57			
2	0,47	0,828947368	-0,01875986	0,00035193
3	0,46	0,973544974	-0,00268113	7,1884E-06
4	0,36	0,77826087	-0,02506935	0,00062847
5	0,26	0,731843575	-0,03121885	0,00097462
6	0,27	1,030534351	0,00300775	9,0465E-06
7	0,24	0,87654321	-0,01317693	0,00017363
8	0,25	1,056338028	0,00548082	3,0039E-05
9	0,35	1,4	0,03364722	0,00113214
10	0,33	0,942857143	-0,00588405	3,4622E-05
11	0,73	2,211093991	0,07934874	0,00629622
12	0,82	1,123809524	0,01167243	0,00013625
13	0,91	1,113821138	0,01077966	0,0001162
14	0,85	0,930656934	-0,00718646	5,1645E-05
15	0,85	1	0	0
16	0,81	0,952941176	-0,00482021	2,3234E-05
17	0,30	0,37037037	-0,09932518	0,00986549
18	0,37	1,233333333	0,02097205	0,00043983
19	0,25	0,675675676	-0,03920421	0,00153697
20	0,35	1,4	0,03364722	0,00113214
21	0,58	1,642857143	0,04964369	0,0024645
22	0,18	0,313043478	-0,11614132	0,01348881
23	0,16	0,888888889	-0,0117783	0,00013873
24	0,16	1	0	0
25	0,20	1,25	0,02231436	0,00049793
26	0,20	1	0	0
27	0,20	1	0	0
28	0,20	1	0	0
29	0,25	1,25	0,02231436	0,00049793
30	0,17	0,68	-0,03856625	0,00148736
31	0,16	0,941176471	-0,00606246	3,6753E-05
32	0,20	1,25	0,02231436	0,00049793
33	0,20	1	0	0
34	0,23	1,15	0,01397619	0,00019533
35	0,23	1	0	0
36	0,23	1	0	0
37	0,31	1,347826087	0,0298493	0,00089098



38	0,29	0,935483871	-0,00666914	4,4477E-05
39	0,20	0,689655172	-0,03715636	0,00138059
40	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
41	0,30	1	0	0
42	0,30	1	0	0
43	0,30	1	0	0
44	0,30	1	0	0
45	0,30	1	0	0
46	0,40	1,333333333	0,02876821	0,00082761
47	0,30	0,75	-0,02876821	0,00082761
48	0,30	1	0	0
49	0,30	1	0	0
50	0,55	1,833333333	0,06061358	0,00367401
51	0,30	0,545454545	-0,06061358	0,00367401
52	0,43	1,433333333	0,03600027	0,00129602
53	0,30	0,697674419	-0,03600027	0,00129602
54	0,29	0,966666667	-0,00339016	1,1493E-05
55	0,30	1,034482759	0,00339016	1,1493E-05
56	0,30	1	0	0
57	0,26	0,866666667	-0,01431008	0,00020478
58	0,99	3,803418803	0,13359003	0,0178463
59	0,87	0,877917909	-0,01302022	0,00016953
60	0,83	0,9608631	-0,00399233	1,5939E-05
61	0,83	1,000842549	8,4219E-05	7,0929E-09
62	0,77	0,924940112	-0,00780263	6,0881E-05
63	0,30	0,388489209	-0,09454899	0,00893951
64	0,56	1,881818182	0,06322384	0,00399725
65	0,27	0,47826087	-0,07375989	0,00544052
66	0,90	3,333333333	0,12039728	0,01449551
67	0,20	0,222222222	-0,15040774	0,02262249
68	0,20	1	0	0
69	0,27	1,35	0,03001046	0,00090063
70	0,29	1,071759259	0,00693015	4,8027E-05
71	0,27	0,933045356	-0,00693015	4,8027E-05
72	0,30	1,111111111	0,01053605	0,00011101
73	0,22	0,733333333	-0,03101549	0,00096196
74	0,54	2,462121212	0,09010233	0,00811843
75	0,48	0,876923077	-0,0131336	0,00017249
76	0,51	1,064912281	0,00628924	3,9555E-05
77	0,70	1,38385025	0,03248731	0,00105543
78	0,63	0,903296703	-0,01017042	0,00010344
79	0,30	0,46918086	-0,0756767	0,00572696
80	0,30	1,011235955	0,00111733	1,2484E-06
81	0,30	1	0	0
82	0,30	1	0	0
83	0,25	0,833333333	-0,01823216	0,00033241

84	0,30	1,2	0,01823216	0,00033241
85	0,30	1	0	0
86	0,30	1	0	0
87	0,30	1	0	0
88	0,30	1	0	0
89	0,30	1	0	0
90	0,30	1	0	0
91	0,30	1	0	0
92	0,30	1	0	0
93	0,30	1	0	0
94	0,30	1	0	0
95	0,35	1,166666667	0,01541507	0,00023762
96	0,28	0,80952381	-0,02113091	0,00044652
97	0,31	1,094117647	0,00899482	8,0907E-05
98	0,32	1,032258065	0,00317487	1,008E-05
99	0,32	0,9921875	-0,00078432	6,1515E-07
100	0,32	1,007874016	0,00078432	6,1515E-07
101	0,21	0,65625	-0,04212135	0,00177421
102	0,30	1,428571429	0,03566749	0,00127217
103	0,30	1	0	0
104	0,29	0,966666667	-0,00339016	1,1493E-05
105	0,30	1,034482759	0,00339016	1,1493E-05
106	0,30	1	0	0
107	0,30	1	0	0
108	0,20	0,666666667	-0,04054651	0,00164402
109	0,28	1,416666667	0,03483067	0,00121318
110	0,30	1,058823529	0,00571584	3,2671E-05
111	0,20	0,666666667	-0,04054651	0,00164402
112	0,28	1,416666667	0,03483067	0,00121318
113	0,05	0,176470588	-0,17346011	0,03008841
114	0,30	6	0,17917595	0,03210402
115	0,28	0,922222222	-0,00809691	6,556E-05
116	0,20	0,722891566	-0,0324496	0,00105298
117	0,20	1	0	0
118	0,20	1	0	0
119	0,23	1,15	0,01397619	0,00019533
120	0,29	1,275362319	0,02432303	0,00059161
121	0,27	0,903409091	-0,01015798	0,00010318
122	0,25	0,943396226	-0,00582689	3,3953E-05
123	0,30	1,2	0,01823216	0,00033241
124	0,20	0,666666667	-0,04054651	0,00164402
125	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
126	0,22	0,725	-0,03215836	0,00103416
127	0,29	1,333333333	0,02876821	0,00082761
128	0,25	0,862068966	-0,014842	0,00022028
129	0,30	1,2	0,01823216	0,00033241

130	0,28	0,916666667	-0,00870114	7,571E-05
131	0,25	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
132	0,25	0,98	-0,00202027	4,0815E-06
133	0,30	1,210884354	0,0191351	0,00036615
134	0,20	0,674157303	-0,03942918	0,00155466
135	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
136	0,23	0,766666667	-0,02657032	0,00070598
137	0,25	1,065217391	0,00631789	3,9916E-05
138	0,20	0,816326531	-0,02029408	0,00041185
139	0,20	1	0	0
140	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
141	0,20	0,666666667	-0,04054651	0,00164402
142	0,20	1	0	0
143	0,27	1,333333333	0,02876821	0,00082761
144	0,25	0,91875	-0,00847412	7,1811E-05
145	0,19	0,775510204	-0,02542341	0,00064635
146	0,19	1	0	0
147	0,21	1,078947368	0,00759859	5,7739E-05
148	0,30	1,463414634	0,03807725	0,00144988
149	0,30	1	0	0
150	0,23	0,766666667	-0,02657032	0,00070598
151	0,19	0,826086957	-0,01910552	0,00036502
152	0,25	1,289473684	0,02542341	0,00064635
153	0,27	1,081632653	0,00784716	6,1578E-05
154	0,19	0,716981132	-0,03327058	0,00110693
155	0,22	1,157894737	0,01466035	0,00021493
156	0,30	1,363636364	0,03101549	0,00096196
157	0,21	0,693333333	-0,03662444	0,00134135
158	0,26	1,25	0,02231436	0,00049793
159	0,31	1,192307692	0,01758907	0,00030938
160	0,20	0,634408602	-0,0455062	0,00207081
161	0,22	1,138983051	0,01301358	0,00016935
162	0,31	1,383928571	0,03249262	0,00105577
163	0,19	0,612903226	-0,04895482	0,00239657
164	0,27	1,421052632	0,03513979	0,0012348
165	0,21	0,777777778	-0,02513144	0,00063159
166	0,31	1,476190476	0,03894648	0,00151683
167	0,27	0,85483871	-0,01568425	0,000246
168	0,22	0,830188679	-0,01861023	0,00034634
169	0,33	1,5	0,04054651	0,00164402
170	0,28	0,848484848	-0,01643031	0,00026995
171	0,22	0,785714286	-0,02411621	0,00058159
172	0,20	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
173	0,22	1,1	0,00953102	9,084E-05
174	0,31	1,409090909	0,03429448	0,00117611
175	0,30	0,967741935	-0,00327898	1,0752E-05

176	0,31	1,033333333	0,00327898	1,0752E-05
177	0,31	1	0	0
178	0,19	0,612903226	-0,04895482	0,00239657
179	0,31	1,631578947	0,04895482	0,00239657
180	0,20	0,655913978	-0,04217256	0,00177853
181	0,22	1,081967213	0,00787809	6,2064E-05
182	0,28	1,25	0,02231436	0,00049793
183	0,31	1,127272727	0,01198012	0,00014352
184	0,25	0,806451613	-0,02151114	0,00046273
185	0,26	1,04	0,00392207	1,5383E-05
186	0,31	1,192307692	0,01758907	0,00030938
187	0,29	0,935483871	-0,00666914	4,4477E-05
188	0,19	0,655172414	-0,04228569	0,00178808
189	0,24	1,263157895	0,02336149	0,00054576
190	0,22	0,916666667	-0,00870114	7,571E-05
191	0,31	1,409090909	0,03429448	0,00117611
192	0,21	0,677419355	-0,03894648	0,00151683
193	0,30	1,44047619	0,03649737	0,00133206
194	0,29	0,958677686	-0,00422004	1,7809E-05
195	0,30	1,034482759	0,00339016	1,1493E-05
196	0,21	0,7	-0,03566749	0,00127217
197	0,25	1,185714286	0,01703454	0,00029018
198	0,27	1,070950469	0,00685465	4,6986E-05
199	0,19	0,7125	-0,03389754	0,00114904
200	0,31	1,631578947	0,04895482	0,00239657
201	0,31	1	0	0
202	0,31	1	0	0
203	0,31	1	0	0
204	0,21	0,677419355	-0,03894648	0,00151683
205	0,31	1,476190476	0,03894648	0,00151683
206	0,31	1	0	0
207	0,35	1,129032258	0,01213609	0,00014728
208	0,31	0,885714286	-0,01213609	0,00014728
209	0,29	0,935483871	-0,00666914	4,4477E-05
210	0,31	1,068965517	0,00666914	4,4477E-05
211	0,36	1,161290323	0,01495317	0,0002236
212	0,37	1,027777778	0,0027399	7,507E-06
213	0,39	1,054054054	0,00526437	2,7714E-05
214	0,30	0,772893773	-0,02576137	0,00066365
215	0,37	1,238546603	0,02139386	0,0004577
216	0,31	0,830357143	-0,01858994	0,00034559
217	0,38	1,217741935	0,01969983	0,00038808
218	0,34	0,900662252	-0,0104625	0,00010946
219	0,44	1,294117647	0,02578291	0,00066476
220	0,31	0,704545455	-0,03502024	0,00122642
221	0,31	1	0	0

222	0,55	1,774193548	0,0573346	0,00328726
223	0,31	0,563636364	-0,0573346	0,00328726
224	0,60	1,935483871	0,06603574	0,00436072
225	0,31	0,516666667	-0,06603574	0,00436072
226	0,45	1,451612903	0,03726753	0,00138887
227	0,29	0,644444444	-0,04393667	0,00193043
228	0,31	1,068965517	0,00666914	4,4477E-05
229	0,32	1,032258065	0,00317487	1,008E-05
230	0,28	0,875	-0,01335314	0,00017831
231	0,55	1,964285714	0,06751287	0,00455799
232	0,36	0,645454545	-0,04378005	0,00191669
233	0,31	0,873239437	-0,01355455	0,00018373
234	0,31	1	0	0
235	1,02	3,290322581	0,11909856	0,01418447
236	0,31	0,303921569	-0,11909856	0,01418447
237	0,31	1	0	0
238	1,08	3,483870968	0,1248144	0,01557864
239	1,11	1,026004728	0,00256724	6,5907E-06
240	1,14	1,025793651	0,00254666	6,4855E-06
241	1,06	0,928152493	-0,00745592	5,5591E-05
242	1,12	1,064454976	0,00624629	3,9016E-05
243	0,97	0,859453844	-0,01514582	0,0002294
244	0,94	0,977378691	-0,00228811	5,2354E-06
245	0,59	0,627561837	-0,04659131	0,00217075
246	0,58	0,986384111	-0,00137094	1,8795E-06
247	0,24	0,402439024	-0,09102117	0,00828485
248	0,33	1,423597679	0,03531872	0,00124741
249	0,33	0,983695652	-0,00164387	2,7023E-06
250	0,23	0,698895028	-0,03582547	0,00128346
251	0,25	1,086956522	0,00833816	6,9525E-05
252	0,12	0,475	-0,07444405	0,00554192
253	0,58	4,884210526	0,15860077	0,0251542
254	0,23	0,396551724	-0,09249488	0,0085553
255	0,55	2,396419437	0,08739757	0,00763834
256	0,35	0,641053006	-0,04446431	0,00197708
257	0,31	0,877358491	-0,01308396	0,00017119
258	0,31	1,006451613	0,00064309	4,1356E-07
259	0,18	0,568910256	-0,05640326	0,00318133
260	0,11	0,614596671	-0,0486789	0,00236964
261	0,15	1,375	0,03184537	0,00101413
262	0,35	2,355555556	0,08567766	0,00734066
263	0,20	0,566037736	-0,05690945	0,00323869
264	0,12	0,614634146	-0,04867281	0,00236904
265	0,31	2,521825397	0,0924983	0,00855594
266	0,35	1,139784946	0,01308396	0,00017119
267	0,23	0,650943396	-0,04293326	0,00184326

268	0,20	0,869565217	-0,01397619	0,00019533
269	0,31	1,55	0,04382549	0,00192067
270	0,25	0,806451613	-0,02151114	0,00046273
271	0,35	1,413333333	0,0345951	0,00119682
272	0,42	1,188679245	0,01728428	0,00029875
273	0,25	0,588435374	-0,05302882	0,00281206
274	0,31	1,25433526	0,02266058	0,0005135
275	0,35	1,139784946	0,01308396	0,00017119
276	0,23	0,650943396	-0,04293326	0,00184326
277	0,25	1,086956522	0,00833816	6,9525E-05
278	0,14	0,542222222	-0,06120794	0,00374641
279	0,25	1,844262295	0,06120794	0,00374641
280	0,12	0,482162162	-0,07294748	0,00532133
281	0,25	2,073991031	0,07294748	0,00532133
282	0,19	0,771428571	-0,02595112	0,00067346
283	0,27	1,374074074	0,03177801	0,00100984
284	0,27	1,006289308	0,00062696	3,9308E-07
285	0,35	1,325	0,02814125	0,00079193
286	0,12	0,334628191	-0,10947352	0,01198445
287	0,24	2,014473089	0,07003577	0,00490501
288	0,20	0,839694656	-0,0174717	0,00030526
289	0,20	1	0	0
290	0,32	1,614285714	0,04788926	0,00229338
291	0,20	0,619469027	-0,04788926	0,00229338
292	0,27	1,333333333	0,02876821	0,00082761
293	0,20	0,75	-0,02876821	0,00082761
294	0,31	1,561764706	0,04458164	0,00198752
295	0,34	1,076717217	0,00739168	5,4637E-05
296	0,36	1,068135308	0,00659144	4,3447E-05
297	0,35	0,97987152	-0,00203338	4,1346E-06
298	0,23	0,640782828	-0,04450647	0,00198083
299	0,13	0,565270936	-0,05704501	0,00325413
300	0,20	1,568627451	0,0450201	0,00202681
301	0,29	1,46	0,03784364	0,00143214
302	0,20	0,684931507	-0,03784364	0,00143214
303	0,20	1	0	0
304	0,33	1,67	0,05128236	0,00262988
305	0,31	0,928143713	-0,00745687	5,5605E-05
306	0,30	0,967741935	-0,00327898	1,0752E-05
307	0,36	1,186666667	0,01711483	0,00029292
308	0,30	0,842696629	-0,01711483	0,00029292
309	0,20	0,666666667	-0,04054651	0,00164402
310	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
311	0,31	1,033333333	0,00327898	1,0752E-05
312	0,29	0,949308756	-0,00520212	2,7062E-05
313	0,20	0,67961165	-0,03862337	0,00149177

314	0,20	1	0	0
315	0,19	0,95	-0,00512933	2,631E-05
316	0,15	0,775119617	-0,02547379	0,00064891
317	0,18	1,222222222	0,02006707	0,00040269
318	0,20	1,12962963	0,01218898	0,00014857
319	0,35	1,737704918	0,05525652	0,00305328
320	0,20	0,553908356	-0,0590756	0,00348993
321	0,20	1,02189781	0,00216615	4,6922E-06
322	0,31	1,55	0,04382549	0,00192067
323	0,22	0,709677419	-0,03429448	0,00117611
324	0,35	1,606060606	0,04737844	0,00224472
325	0,25	0,70754717	-0,0345951	0,00119682
326	0,26	1,056	0,00544882	2,969E-05
327	0,16	0,599747475	-0,05112466	0,00261373
328	0,29	1,858646617	0,06198486	0,00384212
329	0,23	0,792880259	-0,02320831	0,00053863
330	0,23	0,985714286	-0,00143887	2,0704E-06
331	0,19	0,826086957	-0,01910552	0,00036502
332	0,25	1,336842105	0,02903102	0,0008428
333	0,25	0,984251969	-0,00158733	2,5196E-06
334	0,31	1,248	0,02215423	0,00049081
335	0,22	0,700549451	-0,03558903	0,00126658
336	0,31	1,418300654	0,03494594	0,00122122
337	0,20	0,64516129	-0,04382549	0,00192067
338	0,31	1,55	0,04382549	0,00192067
339	0,26	0,838709677	-0,01758907	0,00030938
340	0,18	0,682692308	-0,0381711	0,00145703
341	0,22	1,23138833	0,02081423	0,00043323
342	0,28	1,281045752	0,02476767	0,00061344
343	0,21	0,75	-0,02876821	0,00082761
344	0,19	0,904761905	-0,01000835	0,00010017
345	0,22	1,136842105	0,01282543	0,00016449
346	0,21	0,956790123	-0,00441712	1,9511E-05
347	0,21	1,016129032	0,00160003	2,5601E-06
348	0,20	0,952380952	-0,00487902	2,3805E-05
349	0,20	1	0	0
350	0,18	0,884	-0,01232982	0,00015202
351	0,20	1,131221719	0,01232982	0,00015202
352	0,15	0,77	-0,02613648	0,00068312
353	0,12	0,746753247	-0,02920205	0,00085276
354	0,16	1,391304348	0,03302417	0,0010906
355	0,19	1,2109375	0,01913949	0,00036632
356	0,20	1,032258065	0,00317487	1,008E-05
357	0,20	1	0	0
358	0,20	1	0	0
359	0,22	1,092307692	0,00882926	7,7956E-05

360	0,17	0,778169014	-0,02508115	0,00062906
361	0,18	1,029411765	0,00289875	8,4028E-06
362	0,20	1,142857143	0,01335314	0,00017831
363	0,22	1,091666667	0,00877056	7,6923E-05
364	0,15	0,688602264	-0,03730914	0,00139197
365	0,12	0,784013273	-0,02433293	0,00059209
366	0,18	1,514956163	0,04153865	0,00172546
367	0,14	0,793655172	-0,02311062	0,0005341
368	0,22	1,552311436	0,04397451	0,00193376
369	0,14	0,632231405	-0,04584998	0,00210222
370	0,20	1,437908497	0,03631896	0,00131907
371	0,18	0,9	-0,01053605	0,00011101
372	0,11	0,628019324	-0,04651843	0,00216396
373	0,20	1,809440559	0,05930177	0,0035167
374	0,22	1,075555556	0,00728373	5,3053E-05
375	0,35	1,606060606	0,04737844	0,00224472
376	0,12	0,333962264	-0,10967273	0,01202811
377	0,10	0,847457627	-0,01655144	0,00027395
378	0,22	2,22	0,07975072	0,00636018
379	0,22	0,990990991	-0,00090498	8,19E-07
380	0,27	1,207792208	0,01887941	0,00035643
381	0,19	0,715053763	-0,03353975	0,00112492
382	0,20	1,052631579	0,00512933	2,631E-05
383	0,20	1	0	0
384	0,20	1	0	0
385	0,13	0,64375	-0,04404448	0,00193992
386	0,21	1,636615811	0,04926306	0,00242685
387	0,20	0,949152542	-0,00521858	2,7234E-05
388	0,16	0,8	-0,02231436	0,00049793
389	0,37	2,291666667	0,08292794	0,00687704
390	0,20	0,545454545	-0,06061358	0,00367401
391	0,25	1,25	0,02231436	0,00049793
392	0,20	0,808	-0,02131932	0,00045451
393	0,24	1,188118812	0,01723712	0,00029712
394	0,27	1,108333333	0,01028574	0,0001058
395	0,24	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
396	0,27	1,100636206	0,00958884	9,1946E-05
397	0,42	1,578034682	0,04561802	0,002081
398	0,42	1	0	0
399	0,37	0,891156463	-0,01152353	0,00013279
400	0,33	0,88325101	-0,01241458	0,00015412
401	0,42	1,270462633	0,02393811	0,00057303
402	0,36	0,865079365	-0,0144934	0,00021006
403	0,41	1,114678899	0,01085664	0,00011787
404	0,40	0,989711934	-0,00103414	1,0694E-06
405	0,25	0,627639786	-0,04657889	0,00216959



406	0,33	1,311715481	0,02713358	0,00073623
407	0,38	1,161616162	0,01498123	0,00022444
408	0,38	0,991304348	-0,00087337	7,6277E-07
409	0,35	0,929824561	-0,00727594	5,2939E-05
410	0,38	1,075471698	0,00727594	5,2939E-05
411	0,26	0,694480103	-0,03645918	0,00132927
412	0,31	1,174676525	0,01609928	0,00025919
413	0,25	0,806451613	-0,02151114	0,00046273
414	0,35	1,417142857	0,03486428	0,00121552
415	0,33	0,940860215	-0,00609607	3,7162E-05
416	0,37	1,107272727	0,01019	0,00010384
417	0,31	0,839901478	-0,01744707	0,0003044
418	0,20	0,64516129	-0,04382549	0,00192067
419	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
420	0,27	0,9	-0,01053605	0,00011101
421	0,44	1,617283951	0,04807482	0,00231119
422	0,20	0,458015267	-0,07808528	0,00609731
423	0,44	2,2	0,07884574	0,00621665
424	0,33	0,75	-0,02876821	0,00082761
425	0,30	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
426	0,24	0,811111111	-0,02093502	0,00043828
427	0,20	0,821917808	-0,01961149	0,00038461
428	0,28	1,392857143	0,03313571	0,00109798
429	0,32	1,138461538	0,01296778	0,00016816
430	0,35	1,087837838	0,00841921	7,0883E-05
431	0,30	0,869565217	-0,01397619	0,00019533
432	0,33	1,1	0,00953102	9,084E-05
433	0,44	1,333333333	0,02876821	0,00082761
434	0,33	0,75	-0,02876821	0,00082761
435	0,37	1,121212121	0,01144104	0,0001309
436	0,39	1,063063063	0,00611544	3,7399E-05
437	0,44	1,118644068	0,01121173	0,0001257
438	0,33	0,75	-0,02876821	0,00082761
439	0,44	1,333333333	0,02876821	0,00082761
440	0,33	0,75	-0,02876821	0,00082761
441	0,38	1,157575758	0,0146328	0,00021412
442	0,33	0,853403141	-0,01585232	0,0002513
443	0,34	1,029798422	0,00293631	8,6219E-06
444	0,31	0,936170213	-0,0065958	4,3505E-05
445	0,25	0,80015674	-0,02229476	0,00049706
446	0,30	1,195541456	0,01785992	0,00031898
447	0,37	1,219570981	0,01984991	0,00039402
448	1,13	3,081818182	0,11255197	0,01266795
449	0,99	0,872702519	-0,01361605	0,0001854
450	0,93	0,941413332	-0,0060373	3,6449E-05
451	1,10	1,188452208	0,01726518	0,00029809

452	0,95	0,863544814	-0,01467095	0,00021524
453	0,73	0,768893111	-0,02628033	0,00069066
454	0,45	0,614263804	-0,04873308	0,00237491
455	0,28	0,614814815	-0,04864342	0,00236618
456	0,08	0,289156627	-0,12407868	0,01539552
457	0,44	5,5	0,17047481	0,02906166
458	0,33	0,75	-0,02876821	0,00082761
459	0,33	1	0	0
460	0,33	1	0	0
461	0,33	1	0	0
462	0,33	1	0	0
463	0,33	1	0	0
464	0,33	1	0	0
465	0,33	1	0	0
466	0,35	1,060606061	0,00588405	3,4622E-05
467	0,33	0,942857143	-0,00588405	3,4622E-05
468	0,34	1,03030303	0,0029853	8,912E-06
469	0,33	0,970588235	-0,0029853	8,912E-06
470	0,33	1	0	0
471	0,33	1	0	0
472	0,30	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
473	0,28	0,933333333	-0,00689929	4,76E-05
474	0,33	1,178571429	0,01643031	0,00026995
475	0,33	1	0	0
476	0,21	0,626262626	-0,04679855	0,0021901
477	0,20	0,968590832	-0,0031913	1,0184E-05
478	0,34	1,698510079	0,05297514	0,00280637
479	0,20	0,585677749	-0,05349856	0,0028621
480	0,20	1,004366812	0,00043573	1,8986E-07
481	0,20	1	0	0
482	0,25	1,244444444	0,02186892	0,00047825
483	0,11	0,454326923	-0,07889382	0,00622424
484	0,31	2,741496599	0,1008504	0,0101708
485	0,20	0,64516129	-0,04382549	0,00192067
486	0,20	1	0	0
487	0,33	1,65	0,05007753	0,00250776
488	0,33	1	0	0
489	0,33	1	0	0
490	0,33	1	0	0
491	0,33	1	0	0
492	0,33	1	0	0
493	0,33	1	0	0
494	0,33	1	0	0
495	0,33	1	0	0
496	0,33	1	0	0
497	0,33	1	0	0

498	0,30	0,921212121	-0,0082065	6,7347E-05
499	0,11	0,353618421	-0,10395369	0,01080637
500	0,15	1,395348837	0,03331444	0,00110985
501	0,33	2,2	0,07884574	0,00621665
502	0,33	1	0	0
503	0,33	1	0	0
504	0,20	0,606060606	-0,05007753	0,00250776
505	0,24	1,2	0,01823216	0,00033241
506	0,28	1,166666667	0,01541507	0,00023762
507	0,33	1,178571429	0,01643031	0,00026995
508	0,03	0,09569378	-0,2346602	0,05506541
509	0,16	5,207407407	0,16500821	0,02722771
510	0,19	1,155405405	0,01444513	0,00020866
511	0,33	1,736842105	0,05520686	0,0030478
512	0,12	0,37037037	-0,09932518	0,00986549
513	0,17	1,390909091	0,03299576	0,00108872
514	0,29	1,705882353	0,05340825	0,00285244
515	0,10	0,344827586	-0,10647107	0,01133609
516	0,33	3,3	0,11939225	0,01425451
517	0,04	0,121212121	-0,21102132	0,04453
518	0,15	3,75	0,13217558	0,01747039
519	0,33	2,2	0,07884574	0,00621665
520	0,15	0,454545455	-0,07884574	0,00621665
521	0,33	2,2	0,07884574	0,00621665
522	0,24	0,740740741	-0,03001046	0,00090063
523	0,15	0,613636364	-0,04883528	0,00238488
524	0,28	1,866666667	0,06241543	0,00389569
525	0,04	0,157738095	-0,18468192	0,03410741
526	0,11	2,490566038	0,091251	0,00832675
527	0,13	1,151515152	0,01410786	0,00019903
528	0,33	2,605263158	0,09575337	0,00916871
529	0,15	0,463203463	-0,07695889	0,00592267
530	0,30	1,962616822	0,06742787	0,00454652
531	0,29	0,966666667	-0,00339016	1,1493E-05
532	0,25	0,862068966	-0,014842	0,00022028
533	0,25	1	0	0
534	0,24	0,946666667	-0,00548082	3,0039E-05
535	0,30	1,267605634	0,02371298	0,00056231
536	0,26	0,866666667	-0,01431008	0,00020478
537	0,33	1,269230769	0,0238411	0,0005684
538	0,29	0,878787879	-0,01292117	0,00016696
539	0,23	0,793103448	-0,02318016	0,00053732
540	0,33	1,434782609	0,03610133	0,00130331
541	0,33	1	0	0
542	0,40	1,212121212	0,01923719	0,00037007
543	0,33	0,825	-0,01923719	0,00037007

544	0,37	1,121212121	0,01144104	0,0001309
545	0,30	0,813513514	-0,02063927	0,00042598
546	0,36	1,196013289	0,01789938	0,00032039
547	0,33	0,916666667	-0,00870114	7,571E-05
548	0,33	1	0	0
549	0,30	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
550	0,21	0,689473684	-0,03718267	0,00138255
551	0,27	1,305343511	0,02664662	0,00071004
552	0,33	1,222222222	0,02006707	0,00040269
553	0,25	0,757575758	-0,02776317	0,00077079
554	0,25	1	0	0
555	0,11	0,453333333	-0,07911276	0,00625883
556	0,19	1,676470588	0,05166907	0,00266969
557	0,28	1,473684211	0,03877655	0,00150362
558	0,20	0,7	-0,03566749	0,00127217
559	0,20	1,020408163	0,00202027	4,0815E-06
560	0,06	0,323684211	-0,11279869	0,01272354
561	0,10	1,544715447	0,04348397	0,00189086
562	0,14	1,353846154	0,03029495	0,00091778
563	0,12	0,871590909	-0,01374351	0,00018888
564	0,10	0,847457627	-0,01655144	0,00027395
565	0,21	2,131578947	0,0756863	0,00572842
566	0,33	1,548148148	0,04370595	0,00191021
567	0,37	1,106060606	0,01008047	0,00010162
568	0,13	0,348336595	-0,1054586	0,01112152
569	0,33	2,595505618	0,09537813	0,00909699
570	0,20	0,606060606	-0,05007753	0,00250776
571	0,33	1,65	0,05007753	0,00250776
572	0,23	0,708333333	-0,03448405	0,00118915
573	0,33	1,411764706	0,03448405	0,00118915
574	0,11	0,333333333	-0,10986123	0,01206949
575	0,33	3	0,10986123	0,01206949
576	0,33	1	0	0
577	0,27	0,803030303	-0,02193628	0,0004812
578	0,33	1,245283019	0,02193628	0,0004812
579	0,37	1,121212121	0,01144104	0,0001309
580	0,33	0,891891892	-0,01144104	0,0001309
581	0,20	0,606060606	-0,05007753	0,00250776
582	0,21	1,059090909	0,00574109	3,296E-05
583	0,33	1,557939914	0,04433644	0,00196572
584	0,33	1	0	0
585	0,26	0,787878788	-0,0238411	0,0005684
586	0,33	1,269230769	0,0238411	0,0005684
587	0,23	0,707070707	-0,03466246	0,00120149
588	0,35	1,5	0,04054651	0,00164402
589	0,35	1	0	0

590	0,37	1,057142857	0,00555699	3,088E-05
591	0,34	0,918918919	-0,00845574	7,15E-05
592	0,33	0,970588235	-0,0029853	8,912E-06
593	0,33	0,984848485	-0,00152675	2,331E-06
594	0,40	1,230769231	0,02076394	0,00043114
595	0,25	0,625	-0,04700036	0,00220903
596	0,35	1,4	0,03364722	0,00113214
597	0,35	1	0	0
598	0,35	1	0	0
599	0,34	0,957142857	-0,00438026	1,9187E-05
600	0,37	1,104477612	0,00993725	9,8749E-05
601	0,32	0,85995086	-0,015088	0,00022765
602	0,28	0,868907563	-0,01405185	0,00019745
603	0,35	1,265957447	0,02358287	0,00055615
604	0,35	1	0	0
605	0,24	0,685714286	-0,03772942	0,00142351
606	0,67	2,8	0,10296194	0,01060116
607	0,69	1,026785714	0,00264333	6,9872E-06
608	0,81	1,172240803	0,01589171	0,00025255
609	0,75	0,924998919	-0,00779627	6,0782E-05
610	0,89	1,185437891	0,01701122	0,00028938
611	0,82	0,929157139	-0,00734774	5,3989E-05
612	0,66	0,800168716	-0,02229327	0,00049699
613	0,66	0,999207057	-7,9326E-05	6,2926E-09
614	0,43	0,652613828	-0,04267697	0,00182132
615	0,33	0,76744186	-0,02646926	0,00070062
616	0,35	1,060606061	0,00588405	3,4622E-05
617	0,37	1,042857143	0,00419642	1,761E-05
618	0,20	0,547945205	-0,060158	0,00361898
619	0,20	1	0	0
620	0,20	1	0	0
621	0,25	1,25	0,02231436	0,00049793
622	0,25	1	0	0
623	0,25	1	0	0
624	0,23	0,9	-0,01053605	0,00011101
625	0,30	1,333333333	0,02876821	0,00082761
626	0,32	1,066666667	0,00645385	4,1652E-05
627	0,33	1,03125	0,00307717	9,4689E-06
628	0,31	0,939393939	-0,00625204	3,9088E-05
629	0,33	1,064516129	0,00625204	3,9088E-05
630	0,35	1,060606061	0,00588405	3,4622E-05
631	0,33	0,942857143	-0,00588405	3,4622E-05
632	0,30	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
633	0,35	1,166666667	0,01541507	0,00023762
634	0,35	1	0	0
635	0,35	1,004081633	0,00040733	1,6592E-07

636	0,20	0,569105691	-0,05636891	0,00317745
637	0,22	1,1	0,00953102	9,084E-05
638	0,19	0,863636364	-0,01466035	0,00021493
639	0,22	1,157894737	0,01466035	0,00021493
640	0,20	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
641	0,20	1	0	0
642	0,20	1	0	0
643	0,11	0,536363636	-0,06229429	0,00388058
644	0,20	1,86440678	0,06229429	0,00388058
645	0,22	1,1	0,00953102	9,084E-05
646	0,22	1	0	0
647	0,20	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
648	0,20	1	0	0
649	0,20	1	0	0
650	0,20	1	0	0
651	0,20	1	0	0
652	0,20	1	0	0
653	0,20	1	0	0
654	0,12	0,6	-0,05108256	0,00260943
655	0,19	1,583333333	0,04595323	0,0021117
656	0,19	1	0	0
657	0,16	0,842105263	-0,01718503	0,00029533
658	0,20	1,25	0,02231436	0,00049793
659	0,19	0,95	-0,00512933	2,631E-05
660	0,21	1,094736842	0,0090514	8,1928E-05
661	0,16	0,769230769	-0,02623643	0,00068835
662	0,10	0,625	-0,04700036	0,00220903
663	0,20	2	0,06931472	0,00480453
664	0,20	1	0	0
665	0,15	0,75	-0,02876821	0,00082761
666	0,20	1,333333333	0,02876821	0,00082761
667	0,20	1	0	0
668	0,20	1	0	0
669	0,20	1	0	0
670	0,20	1	0	0
671	0,20	1	0	0
672	0,20	1	0	0
673	0,20	1	0	0
674	0,20	1	0	0
675	0,20	1	0	0
676	0,20	1	0	0
677	0,20	1	0	0
678	0,20	1	0	0
679	0,15	0,75	-0,02876821	0,00082761
680	0,16	1,066666667	0,00645385	4,1652E-05
681	0,13	0,8359375	-0,01792014	0,00032113

682	0,30	2,242990654	0,08078101	0,00652557
683	0,35	1,166666667	0,01541507	0,00023762
684	0,24	0,685714286	-0,03772942	0,00142351
685	0,28	1,166666667	0,01541507	0,00023762
686	0,30	1,071428571	0,00689929	4,76E-05
687	0,28	0,933333333	-0,00689929	4,76E-05
688	0,15	0,547909408	-0,06016453	0,00361977
689	0,22	1,434022258	0,03604833	0,00129948
690	0,25	1,136363636	0,01278334	0,00016341
691	0,25	1	0	0
692	0,23	0,92	-0,00833816	6,9525E-05
693	0,22	0,956521739	-0,00444518	1,976E-05
694	0,30	1,363636364	0,03101549	0,00096196
695	0,22	0,733333333	-0,03101549	0,00096196
696	0,18	0,818181818	-0,02006707	0,00040269
697	0,22	1,222222222	0,02006707	0,00040269
698	0,20	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
699	0,27	1,35	0,03001046	0,00090063
700	0,20	0,740740741	-0,03001046	0,00090063
701	0,30	1,5	0,04054651	0,00164402
702	0,36	1,2	0,01823216	0,00033241
703	0,35	0,980555556	-0,0019636	3,8557E-06
704	0,34	0,963172805	-0,00375224	1,4079E-05
705	0,30	0,882352941	-0,01251631	0,00015666
706	0,31	1,016666667	0,00165293	2,7322E-06
707	0,30	0,983606557	-0,00165293	2,7322E-06
708	0,33	1,1	0,00953102	9,084E-05
709	0,34	1,03030303	0,0029853	8,912E-06
710	0,32	0,928104575	-0,00746109	5,5668E-05
711	0,79	2,501257545	0,09167936	0,00840511
712	0,81	1,030995475	0,00305248	9,3176E-06
713	0,68	0,829493088	-0,01869405	0,00034947
714	1,05	1,555555556	0,04418328	0,00195216
715	1,05	1	0	0
716	0,71	0,675324675	-0,03925617	0,00154105
717	0,33	0,458333333	-0,07801586	0,00608647
718	0,43	1,307692308	0,0268264	0,00071966
719	0,28	0,658823529	-0,04172996	0,00174139
720	0,20	0,714285714	-0,03364722	0,00113214
721	0,20	1	0	0
722	0,20	1	0	0
723	0,20	1,008333333	0,00082988	6,887E-07
724	0,21	1,023821099	0,00235418	5,5422E-06
725	0,25	1,210826211	0,01913029	0,00036597
726	0,25	1	0	0
727	0,25	1	0	0

728	0,28	1,12	0,01133287	0,00012843
729	0,24	0,857142857	-0,01541507	0,00023762
730	0,30	1,25	0,02231436	0,00049793
731	0,32	1,066666667	0,00645385	4,1652E-05
732	0,30	0,9375	-0,00645385	4,1652E-05
733	0,30	1	0	0
734	0,30	1	0	0
735	0,27	0,9	-0,01053605	0,00011101
736	0,05	0,193415638	-0,16429138	0,02699166
737	0,26	4,978723404	0,16051735	0,02576582
738	0,11	0,413076923	-0,08841214	0,00781671
739	0,22	2,048417132	0,07170674	0,00514186
740	0,16	0,725	-0,03215836	0,00103416
741	0,14	0,860644058	-0,01500743	0,00022522
742	0,26	1,894039735	0,0638712	0,00407953
743	0,20	0,769230769	-0,02623643	0,00068835
744	0,15	0,75	-0,02876821	0,00082761
745	0,20	1,333333333	0,02876821	0,00082761
746	0,20	1	0	0
747	0,20	1	0	0
748	0,20	1	0	0
749	0,25	1,25	0,02231436	0,00049793
750	0,25	1	0	0
751	0,25	1	0	0
752	0,25	1	0	0
753	0,25	1	0	0
754	0,12	0,48	-0,07339692	0,00538711
755	0,02	0,166666667	-0,17917595	0,03210402
756	0,11	5,25	0,16582281	0,0274972
757	0,19	1,80952381	0,05930637	0,00351725
758	0,16	0,842105263	-0,01718503	0,00029533
759	0,23	1,4375	0,03629055	0,001317
760	0,16	0,677018634	-0,03900565	0,00152144
761	0,26	1,669724771	0,05126588	0,00262819
762	0,20	0,769230769	-0,02623643	0,00068835
763	0,27	1,333333333	0,02876821	0,00082761
764	0,25	0,928125	-0,00745889	5,5635E-05
765	0,27	1,090909091	0,00870114	7,571E-05
766	0,25	0,913580247	-0,00903841	8,1693E-05
767	0,24	0,972972973	-0,0027399	7,507E-06
768	0,23	0,9625	-0,00382212	1,4609E-05
769	0,26	1,125541126	0,01182639	0,00013986
770	0,28	1,057692308	0,00560895	3,146E-05
771	0,25	0,909090909	-0,00953102	9,084E-05
772	0,25	1	0	0
773	0,23	0,924	-0,00790432	6,2478E-05



774	0,15	0,645887446	-0,043713	0,00191083
775	0,30	2,010723861	0,06984948	0,00487895
776	0,38	1,266666667	0,02363888	0,0005588
777	0,42	1,105263158	0,01000835	0,00010017
778	0,41	0,973809524	-0,00265396	7,0435E-06
779	0,41	1,002444988	0,0002442	5,9634E-08
780	0,42	1,026829268	0,00264757	7,0096E-06
781	0,35	0,833729216	-0,01818466	0,00033068
782	0,37	1,056980057	0,00554158	3,0709E-05
783	0,20	0,539083558	-0,06178847	0,00381781
784	0,46	2,3	0,08329091	0,00693738
785	0,40	0,869565217	-0,01397619	0,00019533
786	1,05	2,625	0,09650809	0,00931381
787	0,48	0,452380952	-0,07932306	0,00629215
788	0,73	1,526315789	0,04228569	0,00178808
789	0,73	1	0	0
790	0,53	0,724137931	-0,03227734	0,00104183
791	0,36	0,682539683	-0,03819346	0,00145874
792	0,35	0,962790698	-0,00379192	1,4379E-05
793	0,28	0,811594203	-0,02087548	0,00043579
794	0,31	1,103571429	0,00985517	9,7124E-05
795	0,30	0,970873786	-0,00295588	8,7372E-06
796	0,22	0,716666667	-0,03331444	0,00110985
797	0,21	0,976744186	-0,00235305	5,5368E-06
798	0,22	1,023809524	0,00235305	5,5368E-06
799	0,12	0,534883721	-0,06257059	0,00391508

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hull John C., "Options, Futures and Other Derivatives", Prentice Hall, 2000, 4<sup>th</sup> edition.
2. Rodríguez de Castro James, "El Riesgo Flexible", editorial CDN, Madrid, 1993.
3. Ford David, "Invertir en el Mercado de Opciones", Ediciones Folio S. A., España, 1994.
4. Corredor p., p. Lechon y r. Santamaría, "El vencimiento de los derivados y el IBEX-35", Revista de Economía Aplicada, 1997, Volumen V, N°14, pp. 81-97.
5. Engle r. F. Y k. F. Kroner, " Multivariate simultaneous generalized ARCH", 1995, Econometric Theory. 11, 122-150.
6. 2002, <http://www.sica.gov.ec>, Ecuador

7. Cox, j., y rubinstein, m., "Options Markets". Prentice Hall.  
Englewood Cliffs (NJ), 1985