

T
511.8
MOR



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

Ingeniería en Estadística Informática



“Valoración de Opciones de Compra y Venta sobre el Precio del Quintal de Café en el Mercado Ecuatoriano”

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:



INGENIERO EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

Adrián Marcelo Morocho Pérez

GUAYAQUIL – ECUADOR



AÑO

2003



AGRADECIMIENTO



A Dios

A mis padres

A mi hermano

A mis amigos

Al Mat. Fernando Sandoya

Y a todas las personas

que ayudaron a la

realización de este trabajo

DEDICATORIA



A Dios

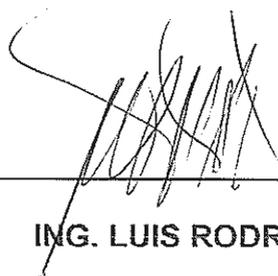
A mis padres

A mi hermano

Y con mucho cariño este
trabajo va dedicado con
todo mi esfuerzo para
mi abuelita Anita Cáceres
que en paz descansa.



TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. LUIS RODRIGUEZ
SUBDIRECTOR DEL ICM



MAT. FERNANDO SANDOYA
DIRECTOR DE TESIS



ING. WERHLY PEREZ
VOCAL PRINCIPAL

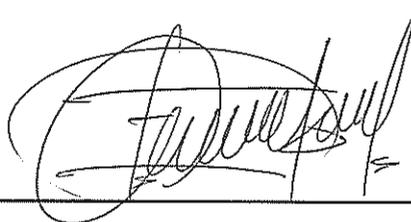


ING. LEONARDO BARONA
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACION EXPRESA

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

(REGLAMENTO DE GRADUACION DE LA ESPOL)



ADRIAN MARCELO MOROCHO PEREZ

RESUMEN



El presente trabajo realizado se considera como una guía para las próximas generaciones con el marco teórico y ejercicios prácticos para los diferentes métodos de valoración de las opciones, así como también las diferencias entre los tipos de opciones que hoy por hoy existen en el mercado y cómo interpretar los resultados obtenidos mediante el software utilizado para el calculo del valor de las opciones de compra y venta mediante la formula de Black-Scholes.

Para el cálculo del valor de las opciones se trabajó con el software DerivaGem proporcionado para así poder obtener una mejor estimación de los parámetros.

Con todo lo aplicado en la presente tesis se pretende dar a conocer los beneficios que se obtienen al coordinar las diferentes ramas de la estadística y las finanzas para desenvolver un tema tan complejo en los actuales momentos como es la manipulación del precio del quintal de café en el Ecuador.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
INDICE GENERAL	I
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE TABLAS	IV
INTRODUCCION	
I. RESEÑA HISTORICA DE LA PRODUCCION DE CAFÉ EN EL ECUADOR.	
1.1 Historia del café.....	1
1.1.1 Origen y propagación del café en el mundo.....	1
1.1.2 Dispersión del consumo y cultivo.....	4
1.2 Producción mundial del Café.....	6
1.2.1 Productores a nivel mundial.....	7
1.2.2 Principales consumidores a nivel mundial.....	10
1.2.3 Demanda y oferta del café a nivel internacional.....	11
1.3 El café en el Ecuador.....	15
1.3.1 Variedades.....	15
1.3.2 Cultivo del café en el Ecuador.....	17
1.3.2.1 Terreno de cultivo.....	17
1.3.2.2 Área de cultivo.....	18
1.3.2.3 Edad de los cafetos.....	19



1.3.2.4	Uso de fertilizantes.....	19
1.3.2.5	Caficultores en Ecuador.....	20
1.3.2.6	Salarios rurales.....	21
1.3.2.7	Época de siembra.....	21
1.3.2.8	Época de cosecha.....	21
1.3.2.9	Beneficio del café.....	22
1.3.2.9.1	Beneficio por vía húmeda.....	23
1.3.2.9.2	Beneficio por vía seca.....	24
1.3.2.10	Otras especies de café.....	25
1.3.2.10.1	Café en grano.....	25
1.3.2.10.2	Café industrializado.....	25
1.3.2.10.3	Café orgánico.....	26
1.3.2.10.4	Comercialización del café orgánico.....	27
1.3.2.11	Calidad global.....	27
1.3.2.12	Calidad y su relación con el mercado.....	30
1.3.3	Cantidad de nutrientes.....	31
1.3.4	Los Cafés procesados.....	32
1.3.5	Plantas industriales del café en Ecuador.....	37
1.4	Producción del café en el Ecuador.....	38
1.5	Principales problemas de comercialización del café.....	43
1.5.1	Los intermediarios.....	43
1.6	Análisis económico.....	46



1.7	Organismos que intervienen con la caficultora en el Ecuador.....	49
1.8	Propagación del café en el Ecuador.....	52
1.9	Caficultura en zonas más productivas.....	56
1.9.1	Caficultura en el oriente.....	57
1.10	III Censo Nacional Agropecuario.....	57
1.10.1	Unidades de Producción Agropecuaria (UPA).....	58
1.10.2	Año censal.....	58
1.10.3	Cultivos permanentes.....	59
1.10.4	Objetivos del censo agropecuario.....	60
1.11	Principales áreas cafetaleras en Ecuador.....	67

II. PRODUCCION DE CAFÉ EN EL ECUADOR: ANALISIS UNIVARIADO.

2.1	Introducción.....	69
2.2	Superficie cosechada.....	70
2.3	Producción.....	71
2.4	Precio internacional.....	74
2.4.1	Precios mensuales del quintal de café arábica en el Ecuador. (1994 - 2002).....	74
2.4.2	Precios semanales del quintal de café arábica en el Ecuador. (2001 - 2002).....	87



III. LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS:

OPCIONES Y FUTUROS.

3.1	Introducción a los instrumentos financieros derivados.....	93
3.2	Breve reseña de los instrumentos financieros derivados.....	95
3.3	Conceptos básicos.....	97
3.3.1	Activos.....	97
3.3.2	Precio y riesgo de un activo financiero.....	97
3.3.3	Riesgo.....	98
3.3.3.1	Tipos de riesgo.....	98
3.3.3.2	Riesgo de tipo de cambio.....	98
3.3.3.3	Riesgo de que el emisor o prestatario no cumpla sus obligaciones.....	99
3.3.3.4	Riesgo asociado al poder de compra potencial del flujo de efectivo esperado.....	99
3.3.4	Mercado financiero.....	99
3.3.4.1	Tipos de mercados.....	100
3.3.4.2	Clasificación naturaleza de la obligación.....	100
3.3.4.3	Clasificación vencimiento de la obligación.....	100
3.3.4.4	Clasificación madurez de la obligación.....	101
3.3.4.5	Clasificación entrega inmediata o futura.....	102
3.3.4.6	Clasificación estructura organizacional.....	102



3.4	Evolución mercado de los instrumentos financieros derivados.....	103
3.4.1	Evolución de los mercados de futuros.....	104
3.4.2	Principales entidades encargadas mercados de futuros.....	105
3.4.3	Evolución de los mercados de las Opciones.....	107
3.4.4	Principales entidades encargadas de los mercados de opciones.....	111
3.5	Otros conceptos básicos.....	112
3.5.1	Especuladores.....	112
3.5.2	Los brokers.....	113
3.5.3	Arbitristas.....	114
3.6	Análisis de Opciones.....	115
3.6.1	Opciones de compra (Opción call).....	115
3.6.2	Opciones de venta (Opción put).....	116
3.6.3	Tipos de opciones.....	123
3.6.3.1	Opciones europeas y americanas.....	123
3.6.3.2	Opción europea.....	123
3.6.3.3	Opción americana.....	124
3.6.4	Posiciones en Opciones.....	130
3.6.4.1	Diferentes tipos de activos utilizados en las opciones.....	131
3.6.4.1.1	Opción de compra o venta de un activo.....	131
3.6.4.1.2	Opciones sobre una transacción.....	131



3.6.4.1.3	Opciones liquidadas en metálico.....	132
3.6.5	Transacciones básicas.....	132
3.6.5.1	Compra de opciones de compra (LONG CALLS).....	132
3.6.5.2	Emisión de opciones de compra (SHORT CALLS).....	135
3.6.5.3	Compra de opciones de venta (LONG PUTS).....	137
3.6.5.4	Emisión de opciones de venta (SHORT PUTS).....	140
3.6.6	Determinación del precio de las opciones.....	141
3.6.6.1	Factores determinantes de los precios de las opciones.....	143
3.6.6.1.1	Valor intrínseco.....	143
3.6.6.1.2	Precio de las acciones y precio de ejercicio.....	145
3.6.6.1.3	Valor temporal.....	148
3.6.6.1.4	Tiempo hasta el vencimiento.....	150
3.6.6.1.5	Volatilidad.....	152
3.6.6.1.6	Dividendos.....	154
3.6.6.1.7	Tipos de interés.....	156



3.6.7	Limites máximos y mínimos para precios de opciones.....	157
3.6.7.1	Limites máximos.....	158
3.6.8	Limite mínimo para opciones de compra sobre acciones que no distribuyen dividendos.....	159
3.6.8.1	Limite mínimo para opciones de venta sobre acciones que no distribuyen dividendos.....	160
3.6.9	Límite inferior para opciones de compra y venta.....	160

IV. PROCESOS ESTOCASTICOS Y FORMULA DE BLACK-SCHOLES

4.1	Proceso estocástico y lema de ITO.....	161
4.1.2	Procesos de Markov.....	163
4.1.3	Procesos de Gauss-Wiener.....	164
4.1.4	Distribución Normal.....	167
4.1.5	Distribución Lognormal.....	167
4.1.6	Proceso de ITO.....	169
4.1.6.1	Lema de ITO.....	170
4.1.6.2	Prueba del lema de ITO.....	171
4.1.6.3	Aplicación del lema de ITO.....	173
4.2	El proceso seguido por el precio de una acción o una divisa.....	174
4.3	Hipótesis Lognormal.....	177
4.4	Rentabilidad esperada.....	178
4.5	Volatilidad.....	179



4.5.1	Estimación de la volatilidad mediante datos históricos.....	180
4.5.2	Cálculo de la volatilidad, año 2001.....	182
4.5.3	Cálculo de la volatilidad, año 2002.....	185
4.6	Modelo de Black-Scholes.....	188
4.6.1	Supuestos que asume el modelo de Black-Scholes.....	189
4.6.2	Obtención de la ecuación diferencial de Black-Scholes.....	190
4.7	Precio del riesgo en el mercado.....	193
4.8	Derivación formal de la formula de Black-Scholes para opciones europeas.....	194
4.8	La sensibilidad de las opciones.....	204
4.8.1	Delta.....	205
Factores que afectan al Delta de una opción		
4.8.1.1	Tipo de opción.....	205
4.8.1.2	Nivel del subyacente.....	206
4.8.1.3	Volatilidad y tiempo de vencimiento.....	206
4.8.2	Gamma.....	206
4.8.3	Vega.....	207
4.8.4	Theta.....	207
4.8.5	Rho.....	208



V. ESTIMACION ESTADISTICA: MODELOS GARCH.

5.1 Introducción.....210

5.2 Estimación de la volatilidad.....211

5.3 Esquema de pesos.....213

5.4 Condición del modelo.....215

5.5 Procesos auto regresivos.....216

5.6 Propiedades generales de los procesos ARCH.....217

 5.6.1 ARCH (q).....217

 5.6.2 El Modelo GARCH (1,1).....218

 5.6.3 Estacionariedad del modelo GARCH (p,q).....220

5.7 Estimación de los parámetros.....223

VI: APLICACIÓN A LA VALORACION DE OPCIONES DE COMPRA Y VENTA AL CASO DEL CAFÉ ECUATORIANO.

6.1 Introducción.....226

6.2 Explicación de los parámetros.....227

6.3 Manejo del software.....228

6.4 Aplicación del modelo a las opciones de compra (call).....232

6.5 Aplicación del modelo a las opciones de venta (put).....236

6.6 Análisis gráfico del comportamiento de las opciones.....240

 6.6.1 Ejemplo ilustrativo para los gráficos.....241

6.7 Análisis gráfico de la sensibilidad de las opciones.....252



VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA



ABREVIATURAS

Kg.	Kilogramos
Ha.	Hectáreas
Tm.	Toneladas Métricas
OIC	Organización Internacional de Café
PEA	Población Económicamente Activa
CORACAF	Corporación Ecuatoriana de Cafetaleros
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
UPA	Unidades de Producción Agropecuaria
CBOT	Chicago Board of Trade
CME	Chicago Mercantile Exchange
NYFE	New York Futures Exchange
CRCE	Chicago Rice and Cotton Exchange
LIFFE	London International Financial Futures Exchange
TFE	Toronto Futures Exchange
SIMEX	Singapore International Monetary Exchange
CBOE	Chicago Board Options Exchange



SIMBOLOGIA

%	Porcentaje
\$	Dólar Americano
μ	Media muestral
S	Precio actual de las acciones
S_t	Precio de la acción en el momento t
X	Precio de ejercicio de una opción
σ	Volatilidad
r	Tasa de interés libre de riesgo
d	Dividendos
T	Tiempo de expiración de una opción
C	Valor de una opción de compra americana
P	Valor de una opción de venta americana
c	Valor de una opción de compra europea
p	Valor de una opción de venta europea.
P(x)	Probabilidad de la variable x
Δ	Delta de la opción
Θ	Theta de la opción
Λ	Vega de la opción
Γ	Gamma de la opción



Σ	Sumatoria de X
\ln	Logaritmo natural
$E[x]$	Valor esperado de la variable x
F	Contrato Forward
α_i	Cantidad de peso dado a la observación registrada i días atrás
ν	Volatilidad en una corrida larga
γ	Peso asignado a ν



INDICE DE FIGURAS

Gráfico 1.1	Participación en el Ecuador producción mundial de café.	7
Gráfico 1.2	Producción de café a nivel mundial (miles de sacos) (2000 – 2001).....	8
Gráfico 1.3	Mercado de New York cierres, primera posición, promedios Sacos de 60 Kg. (precio US \$).....	14
Gráfico 1.4	Exportaciones de café en grano del ecuador: 1994 - 2000 (Sacos de 60 Kg.).....	34
Gráfico 1.5	Exportaciones de café industrializado del ecuador: 1994 – 2000 (sacos de 60 Kg.).....	35
Gráfico 1.6	Exportaciones de café del Ecuador: 1994 – 2000 (sacos de 60 Kg.).....	36
Gráfico 1.7	Ecuador: estructura de la cadena de café e instantáneo.....	46
Gráfico 1.8	Margen por hectárea para café arábica.....	47
Gráfico 1.9	Margen por hectárea para café robusta.....	48
Gráfico 1.10	Número de upas por superficie plantada (Café).....	61
Gráfico 1.11	Superficie, producción y ventas según cultivos permanentes (Café).....	62
Gráfico 1.12	Superficie perdida por causas de pérdida: Según cultivos permanentes (Café).....	63

Gráfico 1.13 Zonas geográficas y áreas con café.....	66
Gráfico 1.14 Principales áreas cafetaleras en Ecuador.....	68
Gráfico 2.1 Comportamiento anual de la superficie cosechada de café en el Ecuador (has.) (1991-2002).....	71
Gráfico 2.2 Comportamiento anual de la producción de café en el Ecuador (tm.) (1991-2002).....	72
Gráfico 2.3 Comportamiento anual de la producción de café en el Ecuador (miles de sacos) (1996-2002).....	73
Gráfico 2.4 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1994).....	75
Gráfico 2.5 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1995).....	76
Gráfico 2.6 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1996).....	77
Gráfico 2.7 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1997).....	78
Gráfico 2.8 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1998).....	79
Gráfico 2.9 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1999).....	80

Gráfico 2.10 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2000).....	81
Gráfico 2.11 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2001).....	82
Gráfico 2.12 Comportamiento mensual del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2002).....	83
Gráfico 2.13 Comportamiento del precio anual del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1994 - 2002).....	84
Gráfico 2.14 Comportamiento semanal del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2001).....	88
Gráfico 2.15 Comportamiento semanal del precio del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2002).....	90
Gráfico 3.1 Opciones de compra (opción call).....	115
Gráfico 3.2 Opciones de venta (opción put).....	116
Gráfico 3.3 Modelo de contrato de compra.....	121
Gráfico 3.4 Los tres ciclos de la fecha de vencimiento.....	122
Gráfico 3.5 Fecha de vencimiento de las opciones sobre acciones.....	123
Gráfico 3.6 Precios de ejercicio.....	124
Gráfico 3.7 Perfil de riesgo de la compra de opciones de compra (long calls).....	133
Gráfico 3.8 Perfil de riesgo de la emisión de opciones de compra (short calls).....	136



Gráfico 3.9	Perfil de riesgo de la compra de opciones de venta (long puts).....	138
Gráfico 3.10	Perfil de riesgo de la emisión de opciones de venta (short puts).....	140
Gráfico 3.11	Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio de las acciones.....	146
Gráfico 3.12	Dependencia del precio de las opciones de compra con respecto al precio del ejercicio.....	147
Gráfico 3.13	Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio de las acciones.....	147
Gráfico 3.14	Dependencia del precio de las opciones de venta con respecto al precio del ejercicio.....	148
Gráfico 3.15	Valor temporal.....	149
Gráfico 3.16	Tiempo hasta el vencimiento: decaencia del valor temporal.....	151
Gráfico 3.17	Comportamiento del precio de una opción de compra con respecto a la volatilidad.....	153
Gráfico 3.18	Comportamiento del precio de una opción de venta con respecto a la volatilidad.....	154
Gráfico 3.19	Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de compra.....	155



Gráfico 3.20 Efecto de los dividendos sobre el precio de una opción de venta.....	155
Gráfico 3.21 Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de compra.....	156
Gráfico 3.22 Efecto de la tasa de interés libre de riesgo con el precio de una opción de venta.....	157
Gráfico 5.1 Comportamiento grafico de la volatilidad.....	225
Gráfico 6.1 Software DerivaGem – Version 1.5.....	229
Gráfico 6.2 Aplicación del software.....	231
Gráfico 6.3 Comportamiento gráfico (opciones call) precio de la opción vs precio del activo subyacente.....	242
Gráfico 6.4 Comportamiento gráfico (opciones put) precio de la opción vs precio del activo subyacente.....	243
Gráfico 6.5 Comportamiento gráfico (opciones call) precio de la opción vs precio del ejercicio.....	244
Gráfico 6.6 Comportamiento gráfico (opciones put) precio de la opción vs precio del ejercicio.....	245
Gráfico 6.7 Comportamiento gráfico (opciones call) precio de la opción vs tasa libre de riesgo.....	246
Gráfico 6.8 Comportamiento gráfico (opciones put) precio de la opción vs tasa libre de riesgo.....	247

Gráfico 6.9	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	precio de la opción vs fecha de vencimiento.....	248
Gráfico 6.10	Comportamiento gráfico (opciones put)	
	precio de la opción vs fecha de vencimiento.....	249
Gráfico 6.11	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	precio de la opción vs volatilidad.....	250
Gráfico 6.12	Comportamiento gráfico (opciones put)	
	precio de la opción vs volatilidad.....	250
Gráfico 6.13	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	delta vs activo subyacente.....	253
Gráfico 6.14	Comportamiento gráfico (opciones put)	
	delta vs activo subyacente.....	253
Gráfico 6.15	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	gamma vs activo subyacente.....	255
Gráfico 6.16	Comportamiento gráfico (opciones put)	
	gamma vs activo subyacente.....	255
Gráfico 6.17	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	theta vs fecha de vencimiento.....	257
Gráfico 6.18	Comportamiento gráfico (opciones put)	
	theta vs fecha de vencimiento.....	257
Gráfico 6.19	Comportamiento gráfico (opciones call)	
	vega vs volatilidad.....	259



CTE - ESPOL

Gráfico 6.20 Comportamiento gráfico (opciones put)		
vega vs volatilidad.....		259
Gráfico 6.21 Comportamiento gráfico (opciones call)		
rho vs tasa libre de riesgo.....		261
Gráfico 6.22 Comportamiento gráfico (opciones put)		
rho vs tasa libre de riesgo.....	CIB + ESPOL	261

INDICE DE TABLAS

Tabla I	Producción de los principales países productores (En miles de sacos de café).....	9
Tabla II	Mercado de New York cierres, primera posición, promedios Sacos de 60 Kg.....	14
Tabla III	Exportaciones de café del Ecuador: 1994 – 2000 (Sacos de 60 Kg.).....	36
Tabla IV	El costo de la cadena.....	45
Tabla V	Margen por hectárea para café arábica.....	48
Tabla VI	Margen por hectárea para café robusta.....	49
Tabla VII	Ecuador, superficie y variedades cultivadas Hectáreas por provincias (1999).....	54
Tabla VIII	Ecuador: participación por provincias Hectáreas por provincias y participación (1999).....	55
Tabla IX	Número de upas por tamaños y superficie plantada, Según cultivos permanentes (Café).....	60
Tabla X	Superficie, producción y ventas, según cultivos permanentes (Café).....	62
Tabla XI	Superficie pérdida por cusas de pérdida: Según cultivos permanentes (Café).....	63



Tabla XII	Número de upas y superficie: según regiones y provincias.....	64
Tabla XIII	Zonas geográficas y áreas con café.....	66
Tabla XIV	Estadística descriptiva del precio mensual del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (1994 - 2002).....	86
Tabla XV	Estadística descriptiva del precio semanal del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2001).....	89
Tabla XVI	Estadística descriptiva del precio semanal del quintal de café: variedad arábica (US. \$) año (2002).....	91
Tabla XVII	Cálculo de una estimación de la volatilidad mediante datos históricos, variedad arábica: año (2001).....	182
Tabla XVIII	Cálculo de una estimación de la volatilidad mediante datos históricos, variedad arábica: año (2002).....	185
Tabla XIX	Parámetros estimados mediante SOLVER de Excel.....	224
Tabla XX	Resultados obtenidos por el software.....	230
Tabla XXI	Resultados numéricos para el precio de las opciones de compra mediante el método de Black-Scholes.....	233
Tabla XXII	Resultados numéricos para el precio de las opciones de venta mediante el método de Black-Scholes.....	237
Tabla XXIII	Determinantes del valor de una opción de compra - venta y su relación.....	251



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL



INTRODUCCION

Los nuevos métodos en finanzas son los instrumentos financieros derivados, (como son los swaps, opciones, futuros,...), en los últimos años, gracias a los instrumentos derivados, ha habido una verdadera revolución en el ámbito de lo que es posible hacer para responder a los cambios y al riesgo que esos presentan en los mercados financieros.

Los inversores compran opciones de compra y venta para especular, sirviéndose de su bajo costo inicial y de su efecto apalancamiento (gearing) para conseguir unos beneficios potenciales muy elevados, además de esta especulación el inversor obtiene ganancias desde 200 a 300 por ciento a razón de pocas semanas después de realizar una inversión predeterminada.

La comercialización del café es uno de los más serios problemas del grano en el Ecuador, por esta razón, esta debería ser estimada como un factor crítico, desde que el presente esquema presiona incluso a los caficultores. Una gran parte de las ganancias va a manos de los intermediarios, lo que genera gran malestar en los caficultores. El hecho es que entre el caficultor y el exportador de café hay un número de intermediarios, los cuales en el mejor de los casos se encuentran desde dos hasta cuatro.



En 1978, la Bolsa de Londres creó el Mercado de Opciones de Londres (London Trade Option Market. LTOM), para la compra-venta de opciones sobre acciones del Reino Unido. Al principio el LTOM solo ofrecía opciones de compra sobre diez valores, las opciones de venta no se introdujeron hasta 1981. En 1991 se anunció que el LTOM y la Bolsa de Futuros Financieros Internacionales de Londres (London Internacional Financial Futures Exchange. LIFFE) se unirían en un solo mercado.

El café en los últimos años ha sido uno de los productos mas exportados en nuestro país, por lo cual se pretende buscar una solución a este problema que ha hecho que se especule con la compraventa del quintal en nuestro país.

En la presente tesis se pretende fijar un precio para las opciones de compra y venta del quintal de café en el mercado ecuatoriano, ya que este producto (como lo llamaremos mas adelante como un activo subyacente) tiene periodos durante los cuales el precio se dispara de acuerdo a una mayor demanda y poca oferta, y baja extremadamente cuando la oferta es mayor.



El último censo agropecuario que tuvo nuestro país fue el año pasado, se estimaba en 460 mil hectáreas sembradas de café, pero ahora se reconocen solamente 305 000. La reducción es causada por el abandono de las fincas y otras labores del campo, consecuencia del deterioro de los precios internacionales según el informe de auditoría al que nos referimos.

Los instrumentos derivados son uno de los grandes éxitos de la economía financiera moderna. Entre su contribución financiera se puede señalar algunos elementos de sus funciones, como son: asegurar precios futuros en aquellos mercados con precios altamente variables; neutralizar los riesgos de variaciones en la tasa de interés, con costos menores a los que se obtendrían por medio de cambios en la cartera de activos y con procesos tradicionales de inmunización de portafolios; la compraventa de riesgos asociados con la tenencia, producción o uso de activos y productos.

En 1984 fue el año de la mayor frustración y de la gran confrontación con la nueva realidad del mercado, los precios internacionales permitían hablar de bonanza cafetera cuando llega a niveles de US\$ 218 el quintal de 46.36 Kg. en el mercado de futuros de NY. Entonces se inició el descenso de precios en el inicio del milenio, abril de 2001, la cotización fue US\$ 60 los 46.36 Kg.



Debido a factores adversos la demanda de café se ha estancado, ya que las preferencias del consumo en ciertas partes del país se van a las gaseosas que contengan cafeína, las aguas aromáticas, las bebidas llamadas Light. Mas que todo la juventud recurre a estos sucedáneos y se desplaza del café caliente a los desayunos fríos.



De acuerdo a todo estos factores que cambias o alteran los precios del quintal de café en el mercado ecuatoriano, vamos a utilizar algunos de los instrumentos financieros derivados, ya que pueden hacer algo parecido con el riesgo de mercado implícito en cualquier actividad comercial. El riesgo de mercado puede tener muchas formas, como puede ser el riesgo de tipos de interés, el riesgo de tipo de cambio que tiene un exportador, importador, inversor en países extranjeros, el riesgo de los cambios de consumo, etc.



Como ya explicamos anteriormente, la incertidumbre sobre el comportamiento de los precios en un mercado constituye el principal elemento determinante de la existencia de los mercados de futuros, mediante los contratos de futuros, las partes contratantes se obligan a comprar o vender activos reales y / o financieros, en una fecha futura especificada de antemano, a un precio acordado en el momento de la firma del contrato.



Los futuros son productos derivados que pueden ser usados como un instrumento para la información eficiente de precios en el mercado de los diferentes activos existentes.

Ahora se va a dar un breve concepto de lo que es una opción. Una opción no es otra cosa que un contrato que le da al tenedor o comprador el derecho mas no la obligación, de comprar o vender alguna acción subyacente o valor de una fecha predeterminada (o antes) y a un precio preestablecido.

Las opciones se diferencian de los futuros en que en las opciones se otorga a su dueño el derecho mas no la obligación de ejercer ese derecho. El dueño de un contrato de futuros a largo plazo esta comprometido a comprar un activo a cierto precio y en una fecha determinada. Mientras que el dueño de una opción de comprar, tiene la opción de decidir sobre la compra del activo, a un cierto precio, en una fecha dada en el futuro.

De esta forma cabe recalcar que existen dos tipos de opciones; opciones de compra (call) y opciones de venta (put). No obstante una opción es un activo en si misma, y puede comprarse y venderse en el mercado en cualquier momento de su vida. 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 ultimo miércoles del ultimo 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.

Existen varias variables en la determinación del precio de una opción, que para calcular de manera correcta el monto de la prima de una opción se utilizan estas seis variables que se dará a conocer a continuación:

- Precio de las acciones
- Precio del ejercicio
- Tiempo hasta el vencimiento
- Volatilidad
- Dividendos
- Tiempos de interés

Las dos primeras variables determinan el valor intrínseco y valor temporal. La prima o el coste de una opción viene determinada a partir de dos componentes, el valor intrínseco y el valor temporal, el valor intrínseco es el valor real de una opción.

$$\text{PRIMA} = \text{VALOR INTRINSICO} + \text{VALOR TEMPORAL}$$

Si de la prima de una opción sustraemos su valor intrínseco, lo que obtenemos lo que llamamos valor temporal, la misma que representa el



tiempo de vida que le resta a una opción, y la posibilidad de que antes de su vencimiento haya movimientos de precio del activo subyacente y consecuentemente, de la prima de la opción.

A medida que se acerque la fecha de vencimiento, el valor temporal de una opción se disminuye.

La volatilidad es una medida del movimiento del precio de una acción durante un tiempo dado. Cuanto mayor sea el movimiento del precio del activo subyacente, mayor es la posibilidad de que una opción obtenga valor intrínseco.

Los propietarios de las opciones no tienen derecho a los dividendos que paga el activo subyacente, y por lo tanto, los dividendos no tienen ningún efecto directo.

Por lo tanto el precio de la opción fluctuará según suba o baje el precio del activo subyacente (las acciones sobre la que se basa la opción) en este caso el café. El zenit de todos los procedimientos de valuación de opciones se alcanza cuando se llega a la fórmula de Black-Scholes, esta técnica desarrollada por Fisher Black y Miron Aholes 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. Esta expresión esta diseñada para las opciones europeas, sea de compra o de venta, dicho en otras palabras este es un modelo de fijación de precios, la misma que se la va a resaltar a medida que se avance en el desarrollo de la presente tesis.

Un buen punto de partida es iniciar con una derivación heurística para posteriormente exponer intuitivamente el modelo de Black-Scholes. Esta derivación se hará sobre las opciones de compra, pero lo misma puede ser fácilmente extensible para las opciones de venta.

Esta derivación concluye que el valor de una opción de compra, cuyo subyacente lo constituye una acción, es simplemente el valor presente de la posible cantidad dentro del dinero en la fecha del vencimiento del instrumento.

A lo largo de este trabajo vamos a detallar con mayor profundidad todos estos aspectos del modelo, para poderlo implementar y aplicar al problema de la comercialización del café en el mercado ecuatoriano.



CAPITULO I

RESEÑA HISTORICA DE LA PRODUCCIÓN DE CAFE EN EL ECUADOR

1.1 Historia del café.

1.1.1 Origen y propagación del café en el mundo.

Entre las plantas más interesantes de la historia se encuentra el café, que casi todos los países del mundo consumen, y algunos tienen su cultivo como importante renglón comercial.

Las plantas de café son originarias de la antigua ETIOPIA en la Republica de Yemen.

Es fácil confundirse con el origen verdadero del café, ya que antiguas leyendas sobre el cultivo y la costumbre de tomar café provienen de Arabia.

Existen muchas leyendas acerca del cultivo, origen y cualidades del café; la más fuerte y aceptada de las leyendas acerca del descubrimiento del café y la bebida del café es la que hace referencia a un pastor llamado Kaldi. La leyenda dice que Kaldi se dio cuenta del extraño comportamiento de sus cabras después de que habían comido



la fruta y las hojas de cierto arbusto, las cabras estaban saltando alrededor muy extrañas y llenas de energía. El arbusto del que Kaldi pensó que sus cabras habían comido las frutas tenía como frutas parecidas a las cerezas. Entonces Kaldi decidió probar las hojas del arbusto y un rato después se sintió lleno de energía.

Kaldi luego llevó algunos frutos y ramas de ese arbusto a un monasterio. Allí le contó al Abad la historia de las cabras y de como se había sentido después de haber comido las hojas. El Abad decidió cocinar las ramas y las cerezas; el resultado fue una bebida muy amarga que el tiro de inmediato al fuego. Cuando las cerezas cayeron en las brazas empezaron a hervir, las arvejas verdes que tenían en su interior produjeron un delicioso aroma que hicieron que el Abad pensara en hacer una bebida basada en el café tostado, y es así como la bebida del café nace.

Esto sirvió de guía para indicar los efectos estimulantes que causa el café, siendo esta una de las principales razones que originarían su propagación.

El café tiene propiedades estimulantes debido a la cafeína que contiene, y aunque hay indicaciones medicas negativas para algunas personas por ser esta una droga.

En algunos países lo toman descafeinado, es decir sin pizca de alcaloide, se bebe por su aroma nada mas, de esa forma no hace daño.

En el aroma y el sabor del café influyen muchos factores; la especie botánica de que proceda, las condiciones en que se cultiva, esto es latitud, altitud, naturaleza del terreno, pluviosidad, manera de colectarlo o de separar las semillas, desecación de estas, torrefacción y en ultimo término puede echarlo a perder la mano torpe o el aparato inadecuado que prepara la bebida. Hasta la vasija en que se toma influye en el gusto del buen tomador de café.

El café pertenece a las Rutáceas, su fruto es una cerecita roja poco carnosa con dos semillas. Del genero *Coffea* se conocen unas 40 especies. Es llamado *Coffea Araluga*, no por ser oriundo de esta zona, sino porque allí comenzaron a cultivarlo en gran escala y a comercializar con él.

Procede de Abisinia cerca del Ecuador, pero en Arabia, país seco y desértico solo podían dedicar al café reducidas extensiones de terreno, por lo que se llevo a países lejanos su cultivo, primero Ceilán, después a Java y mas tarde al continente americano.

1.1.2 Dispersión del consumo y cultivo.

El café comenzó a conquistar territorio en el mundo como la bebida favorita en Europa, y llegó a Italia en 1645 cortesía del comerciante Veneciano Pietro Delia Valle. Inglaterra comenzó a tomar café en el año 1650 gracias al comerciante Daniel Edwards, quien fue el primero que abrió un establecimiento de venta de café en Inglaterra y en Europa.

El café llegó a Francia a través del Puerto de Marcella. En 1660 algunos comerciantes de ese puerto quienes sabían del café; sus atributos y efectos por sus viajes alrededor del mundo, decidieron llevar unos cuantos sacos desde Egipto y por el año 1661 la primera tienda de café fue abierta en Marcella.



La historia señala a Soliman Aga, el embajador de Persia en Paris durante el reinado de Luis XIV, como el primero en introducir el café en la Monarquía y la alta sociedad Francesa.

La primera tienda de café en Paris fue abierta al público en 1672 por Pascal Armeniano a lo largo de la tradicional avenida Saint German. Un Siciliano de nombre Procopio abrió una tienda similar cerca, donde se reunían alrededor del exquisito sabor del café, muchos de los mejores ejemplares de la sociedad Parisina.

En 1689 Procopio traslado su tienda de café a un lugar cerca al Teatro de la Comedia Francés donde prosperó y finalmente finalizó cuando ya era conocido en todo Paris.

Por el anos 1690, los holandeses llevaron el café de la península arábica a Indonesia, los ingleses simultáneamente en la India, donde no prosperó. En 1706, desde Indonesia se extendió hasta los invernaderos de Amsterdam donde fructificó, para luego ser distribuidas sus semillas desde Holanda, en 1710, hasta la Guayana Holandesa; y en 1720, hasta las Antillas y Colombia; a partir de entonces, el café continúa su dispersión por el caribe.

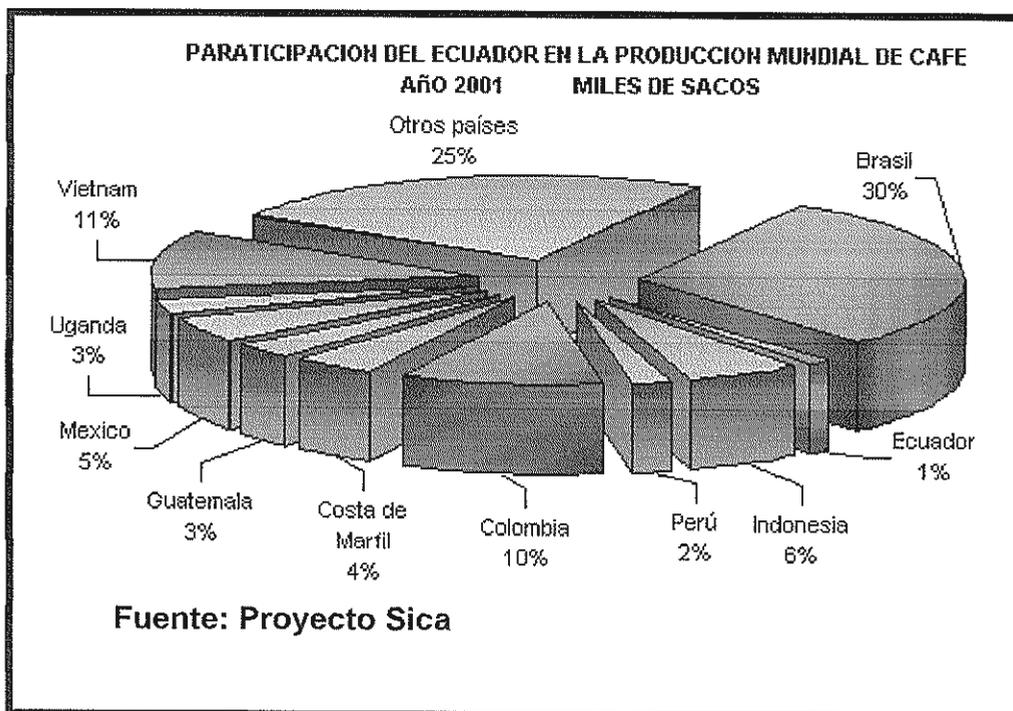
En el año de 1727 se introdujo a Para, estado de Brasil, desde Guayana, donde se extendió lentamente su cultivo, ocurriendo lo contrario en los otros estados de Brasil hasta llegar a Sao Paulo, que por factores climáticos favorables, el cultivo del café alcanzó una extensión gigantesca, siendo en América del Sur; Brasil y Colombia los mayores productores mundiales.

1.2 Producción mundial del Café.

Brasil produce las 4/5 partes del café de todo el mundo, le siguen Colombia, luego las Indias Holandesas, El Salvador, Venezuela, Guatemala y México. En Cuba, se cultivan varias especies en distintas regiones del país. En las montañosas de las provincias orientales, Las Villas y en Pinar del Río. En el poblado de Las Terrazas, a un bello hotel enclavado en una zona muy abundante en ruinas de antiguos cafetales se le dio el nombre de Moka de la mítica ciudad de Arabia donde comenzó a comercializarse el café.

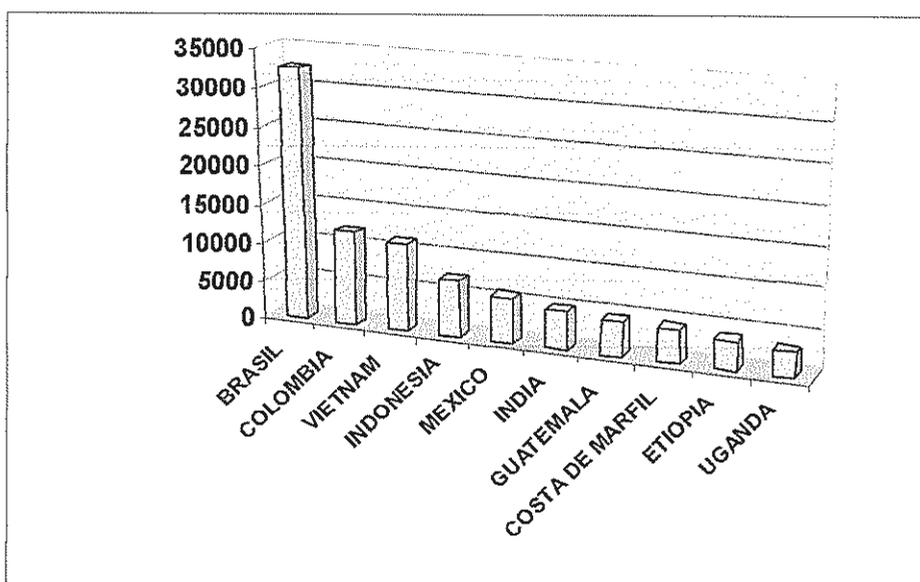


GRAFICO 1.1

PARTICIPACION EN EL ECUADOR DE LA PRODUCCION MUNDIAL DE
CAFÉ.**1.2.1 Productores a nivel mundial.**

Destacamos al principal en Sur América; Brasil, como el mayor productor en el mundo. Seguido de Colombia, Vietnam, Indonesia y México.

GRAFICO 1.2
PRODUCCION DE CAFÉ A NIVEL MUNDIAL (EN MILES DE SACOS)
(2000 – 2001).



En la producción mundial del café, Brasil en los últimos 4 años se ha destacado como el principal productor a nivel mundial, en la actualidad con 32600 de sacos de 60 Kg., El 50% de la producción mundial está representada por Brasil, Colombia, Vietnam e Indonesia.



TABLA I
PRODUCCION DE LOS PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES
(EN MILES DE SACOS DE CAFÉ).

PAISES	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
BRASIL	23500	35600	30800	32600
COLOMBIA	2043	10860	9512	12000
VIETNAM	7000	7500	11010	11167
INDONESIA	7000	6965	7170	7300
MEXICO	4950	5010	6000	5800
INDIA	3805	4415	4870	4900
GUATEMALA	4200	4300	4364	4494
COSTA DE MARFIL	4080	2217	5700	4333
ETIOPIA	3833	3867	3833	3767
UGANDA	3032	3640	3200	3200
TOTAL GENERAL	97485	108740	114004	115053

FUENTE: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE ESTADOS UNIDOS USDA

Los números mas recientes de la Organización Internacional del Café (OIC) muestran que la mayoría de los países productores de café poseen un consumo interno irrisorio. Esta sería una de las principales razones para el desequilibrio mundial entre la oferta y la demanda, por tanto para los bajos precios del mercado internacional. Según la (OIC), los países productores consumieron 25 millones de sacos en el año



2000 mas de la mitad del consumo se hizo en Brasil, que tiene una demanda interna anual de más de 13 millones de sacos.

1.2.2 Principales consumidores a nivel mundial.

Desde su existencia, el café no es considerado producto de primera necesidad, pero esta bebida es una de las más apetecidas en el mundo, donde su primer consumidor es Estados Unidos, luego Alemania, Francia e Italia.

No existe consenso sobre el consumo mundial de café con relación al volumen consumido en el mundo. Recientemente fue divulgado por el International Coffe Report de F.O. Licht un estudio analizando los datos de importación neta y la variación de los inventarios del cual se concluye que el consumo de café en el año 2000 osciló entre 81 y 82 millones de sacos en los países importadores con un crecimiento de 1.3% en el período 1996/2000. Sumando ese volumen a los 25 millones, más o menos, consumidos en los países productores, se llega a 106197 millones de sacos de consumo en el mundo en el año 2000.



1.2.3 Demanda y oferta del café a nivel internacional.

Vamos a citar algunas causas que afectan a la demanda y oferta del café, y esto hace que su comercialización sea imperfecta: tenemos la caída de los precios del producto, el exceso de producción, las dos últimas guerras mundiales, productos que sustituyen al café como lo son las gaseosas y el té.

A nivel nacional los factores que han influido en la variación de los precios son las heladas en Brasil, la sequía en Colombia, los problemas políticos en El Salvador entre otros.

1990: Fue el año donde se produjo un excedente en la producción de café a nivel mundial frente a la cantidad demandada, como resultado de este exceso en la producción; se produjeron bajas en los precios.

1992: El comportamiento del mercado a nivel mundial se mantuvo estable, mostrando una estabilidad en la cantidad producida y cantidad demandada.

1993: Se creó una estrategia con el objetivo de incrementar los precios internacionales, debido a que los precios en los años anteriores estaban con tendencia a la baja, dicha estrategia conocida como plan de retención del café lo plantearon los países de Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua, que se basaba en una limitación de la oferta de café, a través de la asignación trimestral de exportaciones.

1994: Fue el año de la mayor frustración y de la gran confrontación con la nueva realidad del mercado. Los precios internacionales permitían hablar de bonanza cafetera cuando llega a niveles de US \$218 el quintal de 45.36 Kg., en el mercado de futuros de NY. Entonces se inició el descenso de precios en el inicio del milenio, abril del 2001, la cotización fue US \$60 los 45.36 Kg. Eso es menor a los costos de producción de todos los países productores. En ese mes, el promedio de 56 dólares por quintal oro se ofrecía en el mercado internacional estaba muy lejos de los 80 dólares que cada productor hondureño requiere para la producción de ese quintal.



1997: Revela un pequeño déficit de la producción mundial (3.1 millones de sacos). La proporción entre la oferta y el consumo fue de 1.4 millones. Los precios mejoraron con un promedio cercano a 134 centavos de dólar por libra. Después del espectacular aumento de los precios ocurridos de enero a mayo del 97, hubo descensos en junio y julio, y el mercado se mostró relativamente estable en agosto y septiembre.

Los factores fundamentales que hasta 1997 no habían tenido más que escaso efecto en el mercado, se convirtieron en decisivos. En 1998 toda la evolución del mercado tuvo que ver con la oferta y demanda que convirtió el mercado en altamente volátil como ya se lo había previsto. En el mercado de 1998 se buscó más la selectividad. Desde inicios de 1998, la evolución de los precios reveló un claro respecto del año anterior. El promedio de precios de la Organización Internacional del Café (OIC), que había sido de \$130.61 en enero descendió a \$114 en mayo y a \$107 en julio.



GRAFICO 1.3

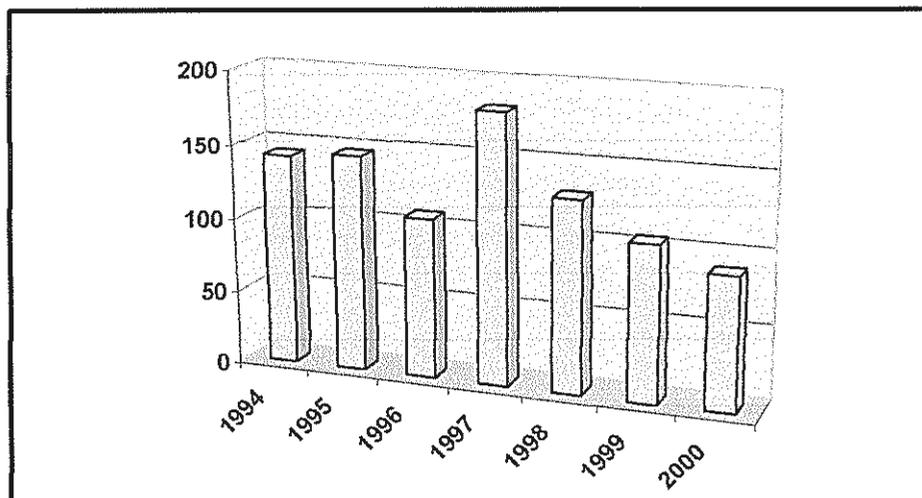
MERCADO DE NEW YORK CIERRES, PRIMERA POSICION, PROMEDIOSSACOS DE 60 Kg. (PRECIO US \$).

TABLA II

MERCADO DE NEW YORK CIERRES, PRIMERA POSICION, PROMEDIOSSACOS DE 60 Kg.

AÑOS	US \$
1994	142,59
1995	145,88
1996	108,04
1997	181,86
1998	129,7
1999	104,77
2000	89,54

FUENTE www.sica.gov.ec

Debido a factores adversos la demanda de café se ha estancado. Hoy por hoy las preferencias del consumo se van a las gaseosas, las aguas aromáticas, las bebidas llamadas Light. La juventud recurre a estos sustitutos y se desplaza del café caliente a los desayunos fríos.

Actualmente la demanda en Europa Occidental de café esta estancada, es decir, su crecimiento es cero, mientras en los Estados Unidos se presenta un leve nivel en la demanda anual de solo 0.5%.

En cambio en Europa Central y Oriental con 5 y 6% y Oriente Medio con 3% se presentan como las únicas regiones con un crecimiento importante en el consumo.

1.3.1 El café en el Ecuador.

1.3.1 Variedades.

Hablando específicamente de nuestro país, se cultivan dos especies de café: *coffea arábica* y *coffea canephora*, de estas mismas especies surgen otras al cruzarlas, dando lugar a variedades mejoradas que ofrecen mejor calidad, mayor resistencia a ciertos tipos de enfermedades.



Las variedades predominantes en el país son: Caturra con el 39%, Típica 31% y robusta con 22%. En menor escala son cosechados: Catimores, Borbon, Pacas en Colombia y otras variedades solamente 1%. Actualmente se está promocionando Catimory Pacas.

Hablemos de las 2 variedades que más se cultivan en el país:

Especie Arábica: Conocida en el país como Café Nacional, es la de mayor comercialización a nivel nacional. De esta especie surge variedades tales como: Typica, bourbón, mundo Novo, Caturra, Pacas, Catuai, Geisha y Villalobos.

La especie Arábica en el Ecuador es de mayor calidad que la especie Canaphora, Ecuador cultiva un porcentaje representativo de las variedades arábicas, ocupando un 50% de toda la producción del café nacional.

Especie Canaphora: De esta especie se cultiva solo la variedad Robusta, adaptándose bien a las zonas tropicales y subhúmedas del país. Está distribuida, en mayor proporción, en zonas de oriente y costa. En comparación a las arábicas, esta variedad es más vigorosa y más resistente a ciertos tipos de enfermedades.

Se identifica como un café de sabor fuerte, poco aroma y poca acidez; tiene como única forma de reproducción, la propagación a través de la clonación, la misma que ha evolucionado en tipos diferenciados conocidos como; café pepón y café dormilón. A diferencia de las variedades arábicas, esta se reproduce durante todo el año en períodos de tiempo, dependiendo de la zona en que se lo cultive, haciendo de esta variedad más productiva que la otra.

1.3.2 Cultivo del café en el Ecuador.

Para el cultivo del café, la actividad de suma importancia es la selección de la semilla, ya que de esta actividad depende gran parte del futuro de esta planta. Esta labor comienza en la selección de plantas jóvenes, sanas, libres de plagas y enfermedades. Por tanto al tener una buena semilla producirá plantas de buena calidad con potencial para obtener rendimientos eficientes.

1.3.2.1 Terreno de cultivo.

El terreno donde se desarrollaran los cafetales deben estar localizados cerca o alrededor de una fuente de agua, el mismo que debe ser plano y nivelado, libre de malezas y plagas, para esto se detallará mas adelante los diferentes métodos de prevención de plagas para el cafeto.

La distancia de siembra a emplearse determina el número de cafetos a utilizarse por unidad de superficie, o llamado también densidad de plantación, dicha plantación está constituida tanto en plantas como en hileras. Para la especie arábica el modo de siembra es de 2.25 m. por hilera y 1.25 por planta; pero la especie robusta por ser de mayor tamaño físico, la siembra se la efectúa en 3 m. por hilera y 3 m. de planta.

1.3.2.2 Área de cultivo.

El promedio del área de las fincas es cerca de 2 ha. En 1999, se muestrearon 1319 fincas del país, que constan en un trabajo de ANECAFE titulado "Diagnostico de la Situación Socio Económica de Productores de Café en el Ecuador". Este informe indica que 55% de fincas tienen menos de 5 ha. de café, 28% de ellas están entre 5 y 10 ha., entre tanto que el 16% tienen un poco mas de 10 ha. con café. En contraste, la extensión total de las fincas, 56% de los finqueros tienen mas de 20 ha., y solamente 12% tienen menos de 5 ha. de su propiedad.

En otras palabras el 55% de los caficultores tienen menos de 20% de la tierra dedicada al café, lo que deja claro que el café en todos esos casos, es solo uno de los recursos para su manutención.

1.3.2.3 Edad de los cafetos

El promedio de edad de los árboles de café en Ecuador son viejos, comparados con los de Colombia, el 54% de ellos tienen más de 10 años de edad y el 33% más de 15 años. Un árbol puede considerarse viejo cuando la edad es mayor a 30 años, en tanto que 15 es todavía un cafeto joven. La edad de los cafetos ecuatorianos es otra razón para la baja productividad en este país.

1.3.2.4 Uso de fertilizantes.

Esta actividad es solamente practicada por una minoría, desde que en el curso de la auditoría, en reuniones de caficultores (cerca de 140 agricultores), solamente 3 de ellos usaron fertilizantes por falta de fondos.

De acuerdo con esto el 30% de los 1319 caficultores analizados fertilizaron la finca, a pesar de las severas condiciones económicas del Ecuador.



1.3.2.5 Caficultores en el Ecuador.

El número de caficultores en Ecuador es aproximadamente 150 mil.

El 95% de los encuestados fueron hombres y solamente 5% fueron mujeres que se ocupan también de la finca. La edad de la mayoría es de 50 años y el 7% son de menos de 30 años. El 88% tiene educación primaria, 9% secundaria y solamente 2% tiene educación superior.

Una nota positiva es la experiencia que tienen los caficultores, el 68% de ellos son cafeteros con más de 10 años en la actividad y solo el 13% tienen menos de 5 años de experiencia. En cuanto al tamaño de familia, el 60% tienen más de 5 miembros, los hablan de la disponibilidad para las labores familiares en el campo. Sin embargo en estos últimos años han preferido emigrar a España.

También se aprecia el nivel de contratación ya que es un factor alto, el 41% de personas son empleadas en trabajos de la finca, 33% siendo contratados y familiares y 25% usando a la familia en las labores del campo.

1.3.2.6 Salarios rurales.

El pago por un día de trabajo en la finca está en un rango de \$1 a \$2. El salario es muy bajo, comparado con el de otros países como Colombia especialmente.

1.3.2.7 Época de siembra.

Para que la siembra sea mas productiva deber ser hecha en época lluviosa, dependiendo la zona donde se la va a efectuar, por lo tanto las personas o entidad que realizará la siembra deber de saber con total seguridad como se comporta el clima de la zona en la cual se la va a efectuar, para así poder reducir el costo de riego artificial y mano de obra. La cosecha se podrá efectuar dentro de 2 años aproximadamente.

1.3.2.8 Época de cosecha

La primera cosecha se la podrá efectuar en los dos años siguientes de haberse efectuado la siembra. El café no madura uniformemente por lo que quedan algunos frutos verdes y se tiene que realizar una post-cosecha (esto es después de 15 días). La segunda cosecha será al año siguiente, la misma que dará una mayor producción que la primera.



Para la especie arábica, la cosecha se efectúa entre los meses de mayo y agosto; mientras que la especie canephora se la realiza normalmente durante todo el año a una frecuencia mensual.

Existen dos maneras de cosechar el café, estas son **Sobado y Papiteo**.

La cosecha mediante sobado se la efectúa mediante la recolección brusca de todos los frutos, recogiendo de esta manera los frutos no deseados, esto es los ya maduros, verdes, pintones y negros.

La cosecha mediante el papiteo es la manera más eficiente de recolectar, esta se la realiza de manera mensual, seleccionando solamente los frutos maduros, esto restringe la entrada de los frutos no deseados.

1.3.2.9 Beneficio del café.

Es el procedimiento en el cual se parte del café cereza, de ahí se obtiene el café pergamino seco.

Existen 2 métodos de beneficio de café: Vía húmeda y Vía cerrada.



1.3.2.9.1 Beneficio por vía húmeda.

Este método asegura una mejor calidad del producto, la misma que pasa por seis etapas que vamos a detallar a continuación:

1. Recolección. Como ya mencionamos anteriormente, los cerezos no maduran uniformemente, es posible obtener un número de granos de buena calidad. La recolección de los frutos se realiza en el momento que los cerezos se encuentran en su correcto grado de madurez, en esta etapa se evita escoger los cerezos no deseados, los mismos deben ser tiernos y/o maduros.



CIB-ESPOL

2. Despulpado. Se entiende por la remoción de la pulpa, la misma que es la envoltura roja del café. Para mayor conveniencia se debe efectuar el despulpado el mismo día de la recolección, y cuando no es posible se lo efectúa el día siguiente para así evitar problemas por recalentamiento y fermentación, es decir un sabor medio vinoso.



CIB-ESPOL

3. Fermentación. En esta etapa, después de que el café ha sido despulpado, queda recubierto de una etapa mucilaginoso, se procede a descomponer el mucílago adherido al pergamino del café, la misma que representa aproximadamente el 20% del peso del fruto maduro. Dicho proceso se lo realiza por acción de levaduras, hongos y



CIB-ESPOL



CIB-ESPOL

bacterias, las mismas que se alimentan del azúcar del mucílago y de la pulpa.

4. Lavado. Después de la etapa anterior, se procede a lavar de manera rápida el café, con el objetivo de eliminar todo el mucílago del pergamino y sustancias solubles formadas durante la fermentación.

5. Secamiento. Luego del lavado se procede a secar el café por medio del secado natural, esto quiere decir con la luz de los rayos solares, o también el secado artificial, utilizando tecnología avanzada.

6. Almacenamiento. Por último se procede a almacenar el café en sacos de yute debidamente pesados en kilos, en un lugar seco, ventilado y seguro, y por ser el café un producto muy sensible y se adhiere a cualquier olor o sabor, se lo mantiene alzado y cubierto de madera para así no dañar su calidad.

1.3.2.9.2 Beneficio por vía seca.

Luego de haber cosechado el café cereza, es tendido en el cemento para su secamiento de manera natural hasta que alcance el estado denominado bolsa seca, luego es pilado para obtener así el café oro.



1.3.2.10 Otras especies de café.

Nuestro país no solo produce café, sino que también transforma al grano por medio de procesos tecnológicos en un nuevo café, obteniendo de esta manera diversas variedades de café, para inmediatamente ser entregado al mercado local e internacional.

1.3.2.10.1 Café en grano.

- Café cereza. Se denomina así al café sacado directamente del árbol, no pasa por ningún proceso.
- Café pergamino. Se lo obtiene luego del beneficio humedad.
- Café en grano. Se lo denomina así al café verde, que se lo obtiene luego de haberse hecho el beneficio, esta especie se lo comercializa en un mayor porcentaje.
- Café en oro. Es el que se obtiene luego del beneficio vía seca.

1.3.2.10.2 Café industrializado.

- Café descafeinado. Es aquel que se le extrajo la cafeína.
- Café tostado y molido. Es el resultado del tratamiento térmico del café verde, luego de la extracción de impurezas.
- Café soluble. Se lo obtiene luego de pasar por un proceso tecnológico el café tostado y molido.

- Café atomizado (spray-dried). Es el resultado de un tostado y percolado extraído, posteriormente sometido al calor y luego la pulverización.
- Café liofilizado (freeze drying). Es un tipo de secado al frío, en el que se extrae al vacío el agua contenida.

1.3.2.10.3 Café orgánico.

El café orgánico no es otra cosa que el café producido con los métodos y estándares agronómicos de una agricultura que requiere alternativa a los actuales métodos desarrollados en el ámbito de la agricultura del siglo XX, en otras palabras su cultivo se lo realiza con agricultura ecológicas.

Estados Unidos se ubica en el primer lugar de los países consumidores de café orgánico.

Por otro lado es difícil saber si el hecho de ser orgánico se nota en el producto final. La respuesta es que no se nota, no se compra calidad, no es un café que agrada más al gusto, sino que se sabe que es un café cultivado con cuidado del medio ambiente.



1.3.2.10.4 Comercialización del café orgánico.

Se dice que el mercado orgánico está determinado por consumidores preocupados por la salud (health food market).

Al igual que para los productos vendidos bajo la categoría "orgánica", el café orgánico se vende al consumidor garantizado que el producto proviene de una fuente segura, fiable y directa, sin pasar por múltiples comercializadores y distribuidores, y que por lo tanto, una gran proporción de la prima que el consumidor está dispuesto a pagar es para:

1. Favorecer al medio ambiente
2. Para contribuir a una mayor equidad socioeconómica en el fair-trade, la cual será directamente recibida por el propio productor.

1.3.2.11 Calidad global.

Existen varias características sensoriales que los degustadores evalúan a nivel mundial en el análisis del café, a continuación citaremos algunas de ellas:

Fragancia: Es la percepción olfativa del polvo de café tostado y molido. La intensidad de la fragancia revela que la muestra es fresca.

Aroma: Es la percepción olfativa de la bebida de café, hecha por medio de inhalaciones de los vapores que exhala la bebida cuando está caliente y por vía retranasal durante su degustación;

Para el café tostado claro, el aroma puede recordar el olor a nuez, almendras, castaña fresca o cereal, malta, palo quemado; para el café de tostado claro puede recordar el olor a caramelo; para el café medio, a olor de chocolate; y para el café de tostado oscuro, a olor de resina, remedio, especerías, quemado o ceniza.

Defectos; Olor o sabor a tierra, moho, papa cruda, madera, vinagre, fermentado, conferido por los granos defectuosos como picantes, negro, verde e impurezas como la tierra, arena y cáscara. Café de excelente calidad es el que no tiene defectos.

Acidez: Propiedad sensorial de sustancias como ácido cloro génico, cítrico, maleico y tartárico que producen un gusto ácido. Percibido por los lados posteriores de la lengua. Es característico del café arábigo, particularmente de variedades cultivadas en zonas altas.



Cuando es natural y deseable, es llamado de ácido, y cuando es natural e indeseable es llamado avinagrado.

Amargor: Propiedad sensorial de sustancia como la cafeína, trigonelina, ácidos caseico y quínicos entre otros compuestos fenólicos que producen gusto amargo. Es percibido en el fondo de la lengua. Este gusto del café es considerado deseable hasta cierto punto. Cuanto mas oscuro es el café, es mas amargo. Cuanto más fino y por tanto .demorando el proceso de extracción, mas acentuado es lo amargo.

Sabor: Es una combinación de sensación de gusto dulce, salado, amargo y ácido como aroma a chocolate o caramelo cereal tostado formando un sabor característico deseable. Cuando se presentan sabores extraños (sabor a tierra, hierbas, especerías, quemado) es considerado indeseable.

Cuerpo: Es la sensación táctil de oleosidad y viscosidad en la boca. *Encorpado* significa que la bebida es fuerte y concentrada y no rara produciendo una sensación agradable a la boca.

Sabor Residual: Sensación percibida después de ingerir la bebida. El sabor residual es deseable cuando deja un sabor que recuerda al chocolate e indeseable cuando recuerda al cigarro quemado, resina, químico, madera u otro sabor extraño.

Astringencia: Es la sensación de sequedad en la boca dejada después de la ingestión.

1.3.2.12 Calidad y su relación con el mercado.

Vamos a nombrar algunas reglas generales para la exportación del café según su calidad.

- Todo café exportado debería estar libre de materias extrañas, libre de plagas y mohos.
- En la taza debe dar líquido limpio, que esté libre de sabores ofensivos.
- El café debe ser apto para el consume humano.
- Cada lote debe estar conforme con la descripción de una muestra contra el cual este fue vendido.



Los primeros tres puntos cubren la general aceptabilidad que en último caso se refiere directamente con la calidad. Sin acuerdo previo de la calidad del café, o una muestra de ese café podría haber dificultades en la venta porque el término calidad es subjetivo, abierto a muchas interpretaciones dependiendo de quien está haciendo el juzgamiento.

La percepción de calidad tiene relación con el precio: cuando los precios del café son muy alto, las calidades estándares son en algunas veces menos rígidas a fin de disminuir el costo. Al revés, cuando los precios están bajos, entonces muchos compradores examinan las entregas buscando detalles.

1.3.3 Cantidad de nutrientes.

El arábigo, que tiene más aromas y sabor porque es cultivado en terrenos altos, de 400 a 1000 metros sobre el nivel del mar.

La robusta tiene menos acidez porque tiene más sólidos solubles y son utilizados muchos en cafés solubles. Su contenido en cafeína es el doble de los arábigos.



Después de plantado, el cafetal produce frutos que pueden durar veinticinco años, siendo las primeras cinco cosechas, las mayores.

El beneficio húmedo de una bebida con menos cuerpo y más ácida es debido a la fermentación resultante.

El arábigo natural; baja acidez, excelente cuerpo, sistema de producción ambientalmente correcto y socialmente sustentable.

1.3.4 Los cafés procesados.

Los usos industriales propiamente dichos del café están orientados básicamente a la producción de extractos secos de café, Esta producción se puede lograr por dos sistemas denominados de la siguiente manera:

- **Atomización:** Por el cual se obtiene los cafés solubles convencionales. Fue inventado por el científico de apellido Morgenthaler en 1930. El proceso es que el café pilado (verde) se tuesta, se muele y se extracta (es decir se produce un café tinto); el extracto frío se deposita en un recipiente donde se somete al procedimiento de espumado a fin de obtener la densidad (o concentración deseada). Una bomba produce la presión necesaria para la atomización que se realiza en unos aparatos llamados toveras y con los cuales se obtiene una distribución amplia y fina, condición

indispensable para un secado rápido e intenso, simultáneamente con la atomización se forma un granulado. El producto obtenido en las toveras va cayendo en forma de pequeñas gotas dentro de una cámara de secado provisto de aire caliente. De la cámara de secado las partículas pasan a otro aparato llamado instantaneizador o aglomerador en donde reciben un tratamiento que las deja listas para su empaque final y distribución al consumidor.

Este proceso de producirá café instantáneo se conoce en el mercado internacional con el nombre de *Spray dried*, para producir una libra de café soluble, se requiere dos o tres de café verde.

- **Liofilización:** Con él se obtiene el café soluble liofilizado. Para la producción de café soluble liofilizado se siguen los mismos pasos que para la producción de café soluble convencional; solamente varía en la etapa de la concentración y obtención del producto final. La suspensión del café que precede de los extractos se concentra aun más, haciendo evaporar parte del agua y obteniendo un líquido espeso de café puro.



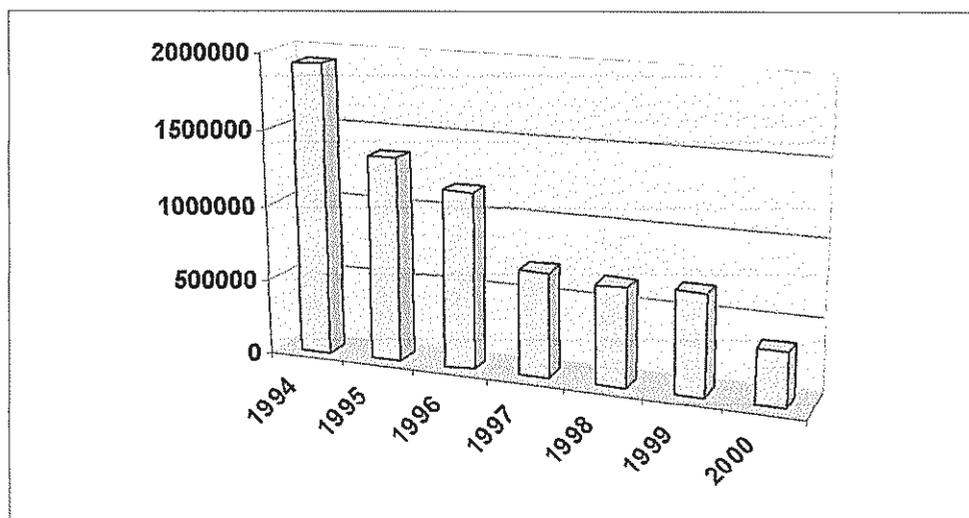
La liofilización consiste en extraer el agua del producto ya concentrado y obtener los sólidos solubles. Para el efecto se congela el extracto hasta formar bloques de hielo. Este bloque se lleva a cámaras de vacío donde el agua se evapora y se obtienen los granos de café soluble como producto final.

Tanto el café soluble convencional como el liofilizado, son cafés fabricados para su preparación instantánea y se denominan cafés instantáneos.

GRAFICO 1.4

EXPORTACIONES DE CAFÉ EN GRANO DEL ECUADOR: 1994 - 2000

(SACOS DE 60 Kg.)



Como se puede apreciar en el gráfico, vemos que el Ecuador ha exportado mayor cantidad de sacos de café en el año 1994, y ha ido decreciendo a medida como pasa el tiempo, en la actualidad se exportan **696 028** sacos de 60 Kg. Además de esto, el Ecuador se constituye con solo el 1% con respecto a los demás países que exportan café.

El primer exportador como ya se pudo ver en el pastel de las exportaciones es Brasil, el mismo que forma el 20% entre todos los países exportadores.

GRAFICO 1.5

EXPORTACIONES DE CAFÉ INDUSTRIALIZADO DEL ECUADOR:

1994 – 2000 (SACOS DE 60 Kg.)

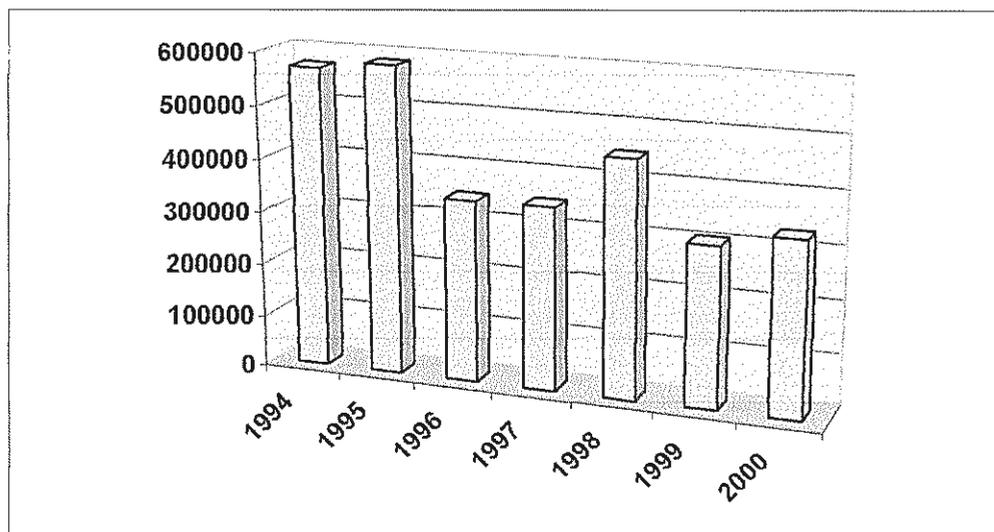
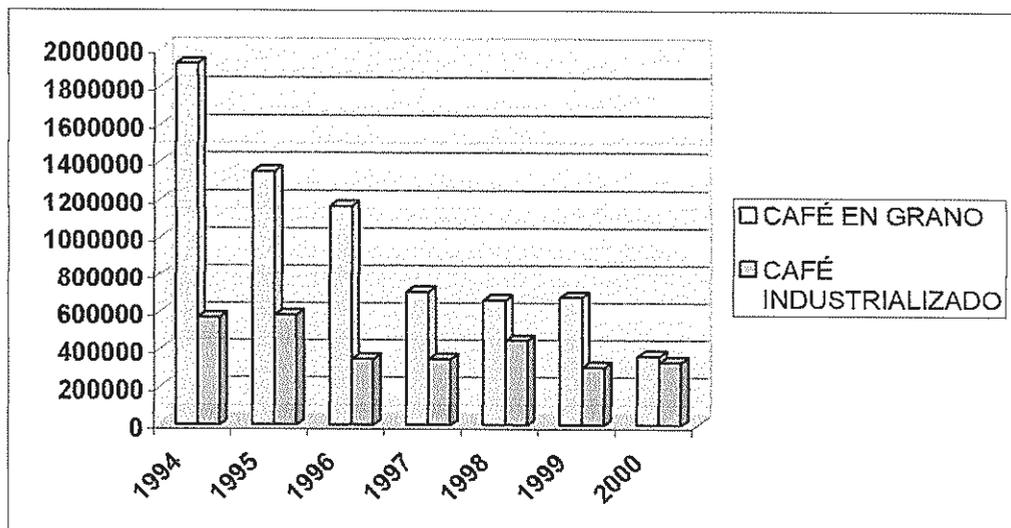


TABLA III
EXPORTACIONES DE CAFÉ DEL ECUADOR:
1994 – 2000 (SACOS DE 60 Kg.)

AÑO	CAFÉ EN GRANO	CAFÉ INDUSTRIALIZADO
1994	1924274	571312
1995	1351248	584985
1996	1170325	346794
1997	709440	348102
1998	664299	447998
1999	679722	305559
2000	365401	330624

FUENTE: www.sica.gov.ec

GRAFICO 1.6
EXPORTACIONES DE CAFÉ DEL ECUADOR:
1994 – 2000 (SACOS DE 60 Kg.)



La estadística indica que las exportaciones de café procesado de Ecuador se han mantenido dentro de una franja estrecha desde 1994. Según el gráfico, se muestra que las exportaciones de café en grano del Ecuador se mantuvieron sobre el millón de sacos anuales hasta 1996.

El año 1994 fue un año especial en que por primera vez se dieron dos heladas en Brasil y una sequía a los pocos días. Los años 1997 y 1998 fueron del fenómeno climático "El Niño". Pero hubo una importante recuperación en 1999 para caer dramáticamente en el año 2000. Por primera vez en toda la historia cafetera de Ecuador, se exportaron apenas 360 mil sacos de café en grano.

1.3.5 Plantas industriales del café en Ecuador.

El país cuenta con cuatro plantas industriales: Grupo Noboa, el Café de Guayaquil y Manta, Solubles Instantáneos y Millesum en Guayaquil.

Las plantas cuentan con alto grado de técnica y profesionalismo. El Grupo Noboa, líder de las exportaciones de este tipo, a más de su estructura y solvencia financiera, cuenta con un equipo de alta eficiencia. Su principal Joseph Massoud es uno de los profesionales que mejor conocen la problemática cafetera mundial.

El valor agregado de las exportaciones de solubles cambia según el costo de la materia prima, es decir el café en grano. Actualmente que el costo del café es bajo, el valor agregado es el 100% aproximadamente a pesar de que este año aumentó las tarifas de energía, combustibles, etc.

1.4 Producción del café en el Ecuador.

Históricamente la zona de Jipijapa, en la provincia de Manabí ha sido uno de los lugares preponderantes en los cuales se ha cultivado el café, teniéndose datos a partir del año 1860, ya se cultivaba este producto en este lugar.

Por el año 1903 se tuvo datos que sostienen, que el cultivo del café pierde importancia y es abandonado por quienes se dedican a esta actividad, pero en el año 1905 se retoma la producción llegando a consolidarse la producción y cultivo de esta planta, gracias a las



exportaciones que se dan a los países europeos, desde la provincia de Manabí a través del puerto de Manta.

Por el año de 1935 las exportaciones ascendían a la cifra de 220 000 sacos, en 1950 a 337 000 sacos, en 1960 552 000 sacos, para 1970 se sobrepasó el 1 000 000 de sacos exportados y para el 1982 el promedio exportado alcanzó los 1 200 000 sacos.

Actualmente se producen alrededor de 2 000 000 de sacos de 60 Kg., lo que equivale a 120 000 TM, de los cuales se exportan 1,3 millones de sacos. La superficie cultivada bordea las 350000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 0.37 TM/Ha, lo que equivale a 7 quintales por hectáreas al año.

La población económicamente activa vinculada a este sector es de 159.987 personas, es decir constituyen el 4.1% de la población económicamente activa total, y el 13% de la PEA agrícola para el año 1987.

El cultivo, producción, comercialización, industrialización y aportación del café, constituyen un sector relevante en la economía del país, por lo que es necesario trabajar mancomunadamente entre los sectores



privado y publico, a fin de lograr su desarrollo sostenido y alcanzar un mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los agricultores dedicados a esta actividad, así como el fortalecimiento y ampliación de las exportaciones y el incremento del aporte en divisas para la economía ecuatoriana.



Según algunos conocedores del tema, por los años 1871 y 1876, este cultivo se encontraba en una etapa incipiente. Pero al abrirse el comercio mundial se dió un impulso significativo al desarrollo de estas pequeñas plantaciones, alcanzando un cierto grado de desarrollo, hasta constituirse el café en un producto de exportación importante no solo para las familias que se dedicaban al cultivo por el mejoramiento de los ingresos, sino para economía del país en general, por el ingreso de divisas que esta actividad empezó a generar. Este fenómeno se dio de manera conjunta con otro producto de similares características, como es el caso del cacao.



La producción del café desde 1992 presentó un descenso, alcanzando una producción de 137671 Tm. Una nueva estrategia acordó el sector cafetalero para beneficiarse de los precios internacionales, creando el Plan de Retención de Café, fijado por Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Honduras y Nicaragua, el mismo que consistía, en la



limitación de la oferta de café a través de la asignación trimestral de exportaciones; iniciándose en todo el mundo el primero de octubre de 1993, con el fin de retener proporcionalmente las exportaciones e incrementar los precios del café.

Para 1995, Colombia destronó al que era el primer país productor de café en el mundo, de esta forma se adjudicó como el primero a nivel mundial, esto se produjo a ciertos factores meteorológicos ocurridas en Brasil, como fueron las heladas en seguidas de las sequías, las mismas que ocurrieron en el año 1994.

Ante estos hechos ocurridos en Brasil, Ecuador tuvo mayor intervención en el rubro de exportaciones de café a nivel mundial, dicho año la especulación se hizo presente a mayor escala.

Se tramitó la Ley Especial del sector Cafetalero el 20 de marzo, para que se aplique una política crediticia más favorable principalmente para el productor, de esta manera se creó el "Fondo para el Café", el mismo que debe ser administrado por el COFENAC, y se lo financia a través de las exportaciones cafetaleras. Como era de esperarse Brasil y Colombia eran los mayores exportadores del mundo, los mismos que disminuyeron sus exportaciones al acogerse al plan de retención, los



inventarios del café en el resto de los países disminuyeron; y por consiguiente, los precios en el mercado mundial se incrementaron y los ingresos en nuestro país mejoraron.

Debido al plan de retención, los precios se mantuvieron estables, debido a que se limitaron los volúmenes de exportación; pero para los precios del café soluble, es decir el café industrializado se incrementó.

En 1996, en nuestro país surgieron polémicas en torno al Plan de Retención con la limitación que se le dió a las exportaciones, ocasionando que los exportadores se encontraran ante la incertidumbre al almacenar el café en bodegas, el mismo que se veía afectado por la volatilidad de sus precios y los costos de producción.

En 1997, las reservas del café en grano de los países consumidores disminuyeron, lo que trajo como consecuencia una recuperación de los precios del café a nivel internacional. Hubo formas de evitar la especulación manteniendo la competitividad en el mercado, la mas aceptada fue producir un café da calidad, por el que se pague un precio mayor.



En 1998, a consecuencias del fenómeno de “El Niño”, en Ecuador se registro un mal año cafetalero, y provoco que el país redujera la cuota asignada de 1,4 millones a 1,1 millones de sacos, dicha producción tuvo una baja jamás vista en su historia debido a problemas climáticos, perjudicando no solo la cantidad cosechada, si no la calidad del café producido.

1.5 Principales problemas de comercialización del café.

La comercialización del café es uno de los más serios problemas de la producción del grano en el Ecuador. Por esta razón, la comercialización debería ser estimada como un factor crítico, desde que el presente esquema presiona incluso a los caficultores. Una gran parte de las ganancias va a manos de los intermediarios, lo que genera gran malestar en los caficultores.

1.5.1 Los intermediarios.

Existe evidencia que se comprobó que entre el caficultor y el exportador de café hay un número de intermediarios, los cuales en el mejor de los casos encontramos desde dos y hasta cuatro.

El caficultor vende su producto en diferentes formas: El 61% en cereza, 14% como pergamino seco, 19% como cereza seca etc. Sin embargo en cada caso el intermediario señala un precio de manera arbitraria.

Tenemos un ejemplo para visualizar el porcentaje de ganancia de los intermediarios.

Una situación típica encontrada en la cadena cafetera es explicada en la tabla siguiente, la misma que es para el caso del café arábigo, el cual se supone tiene actualmente un precio internacional de 103 centavos de dólar por libra en New York.

Tomando este precio como una referencia es posible observar como el precio va afectándose hasta que llega a nivel de finca.

TABLA IV
EL COSTO DE LA CADENA

	ETAPAS DE COMERCIALIZACION	US \$ CENTAVOS/LIBRA
1	PRECIO INTERNACIONAL	103
2	CASTIGO POR CALIDAD	16
3	SUBTOTAL	87
	(-) COSTOS FIJOS EXPORTADOS	12
4	SUBTOTAL	75
	UTILIDAD EXPORTADOR	3
5	SUBTOTAL	72
	(-) 1 INTERMEDIARIO	8
	(-) 2 INTERMEDIARIO	8
	(-) 3 INTERMEIDARIO	8
6	PRECIO A NIVEL DE FINCA	48

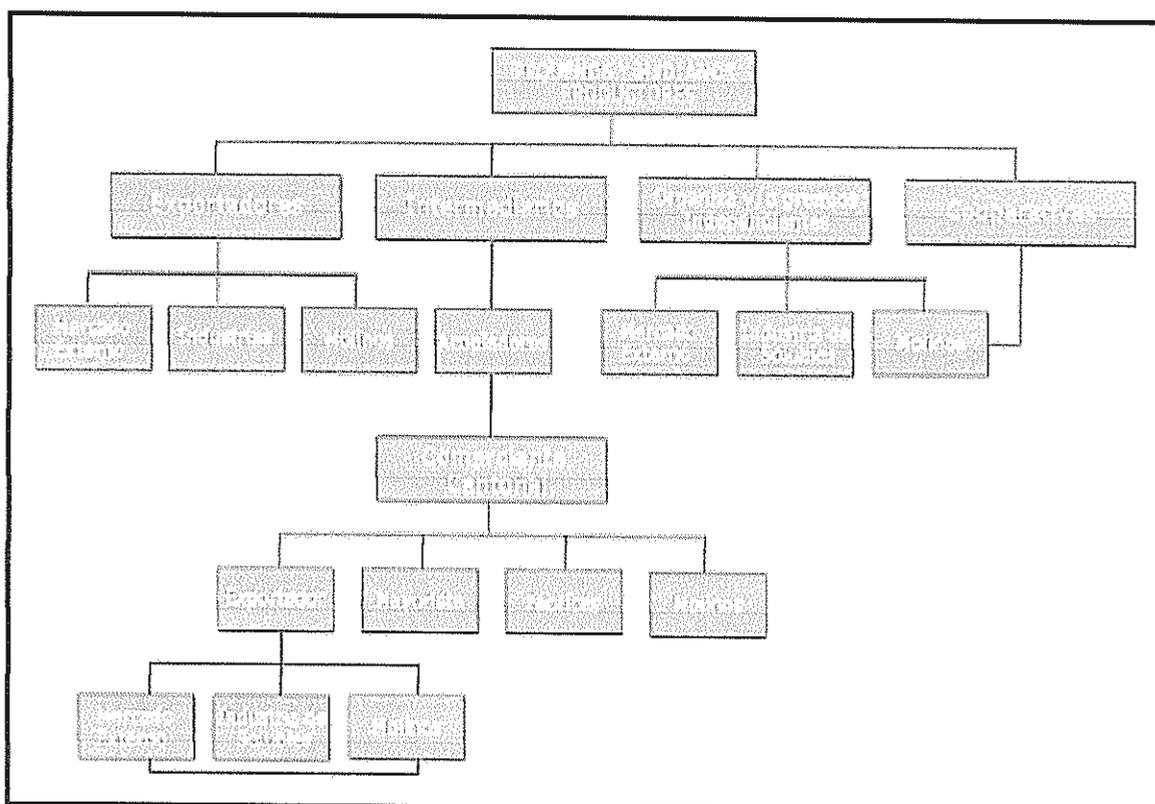
FUENTE: BOLETIN ANUAL DE LA OIC 1999

De acuerdo a la tabla expuesta, se observa que el café pasa por mínimo 3 intermediarios, los mismos que van absorbiendo centavos valiosos para el productor.

En términos reales, el precio ha disminuido alrededor de 53%, es considerado un serio perjuicio a la rentabilidad potencial de los caficultores. Por lo que queda en evidencia que el precio del café depende de varios intermediarios envueltos en el proceso.



GRAFICO 1.7

ECUADOR: ESTRUCTURA DE LA CADENA DE CAFÉ E INSTANTANEO**1.6 Análisis económico.**

El siguiente análisis está basado en el proyecto de CFC desarrollado en el año 2000 en todas las regiones cafeteras del Ecuador (Costos Variables de Producción de Café en Ecuador: Reportaje de ANECAFE).

El análisis es desarrollado con la variable costo, y no incluye costos fijos y valores de la tierra. Los cálculos incluyen robustas y café arábica producidos tradicionalmente en el país.

El margen grueso por hectárea se refiere a la diferencia entre el ingreso total menos los costos variables. Este es una medida apropiada de rentabilidad necesaria para comparar y tomar decisiones planificadas.

GRAFICO 1.8

MARGEN POR HECTAREA PARA CAFÉ ARABIGA

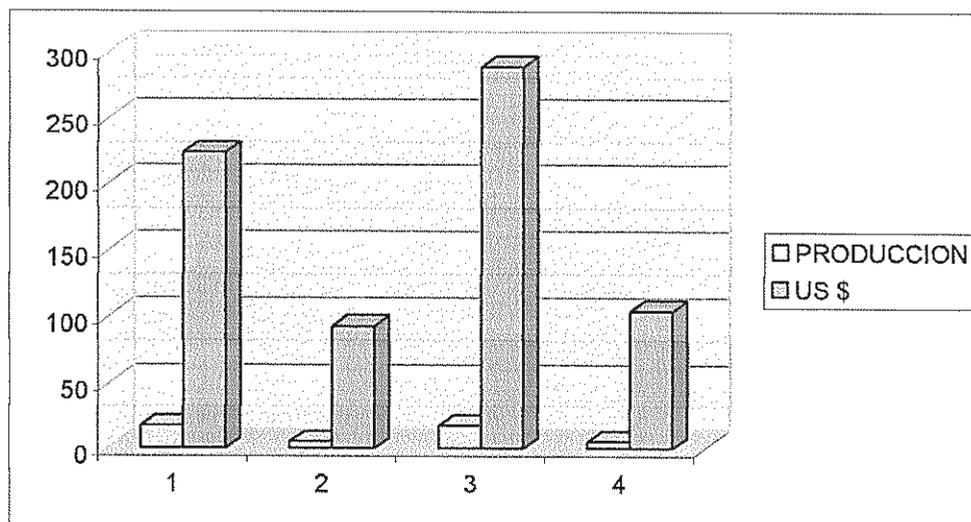


TABLA V

MARGEN POR HECTAREA PARA CAFÉ ARABIGA

TIPO Y VARIEDAD POR CAFÉ	PRODUCCION	US \$
ARABIGO LAVADO TECNIFICADO	18	223
ARABIGO LAVADO TRADICIONAL	5	93
ARABIGO NATURAL TECNIFICADO	18	289
ARABIGO NATURAL TRADICIONAL	5	104

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

GRAFICO 1.9

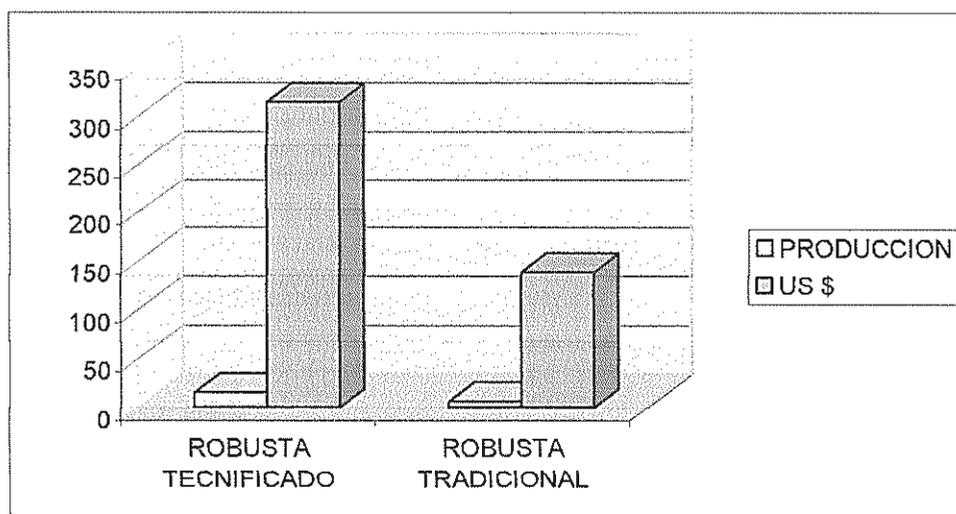
MARGEN POR HECTAREA PARA CAFÉ ROBUSTA

TABLA VI

MARGEN POR HECTAREA PARA CAFÉ ROBUSTA

TIPO Y VARIEDAD POR CAFÉ	PRODUCCION	US \$
ROBUSTA TECNIFICADO	15	313,2
ROBUSTA TRADICIONAL	6	138

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

1.7 Organismos que intervienen con la caficultora en el Ecuador.

Existen varias entidades que se relacionan desde la producción cafetalera hasta el crédito, nombraremos a continuación las principales:

◆ **COFENAC.**

El Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC), esta entidad se creó el 20 de marzo de 1995, con la finalidad de organizar y dirigir la política cafetalera del país. Entre las funciones de esta entidad se destacan también la de verificar que el tipo de grano declarado en el Formulario Único de Exportación (FUE) y emitir el respectivo certificado de calidad de la variedad del café; realizar muestreos en el puerto de embarque del producto; y disponer la conformación de una comisión interinstitucional para fijar los precios mínimos referenciales FOB de exportación de café.

◆ **FENECAFE.**

Esta entidad fue creada con la finalidad de representar a los caficultores, Federación Nacional de Caficultores (FENECAFE) está constituida por uniones de cooperativas cafetaleras, las mismas que agrupan a cooperativas individuales de las diferentes provincias productoras de café.

◆ **ANECAFE.**

Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE), creado por acuerdo ministerial el 3 de enero de 1984, cuenta con su sede principal en Manta, la misma que se encarga de agrupar a los organismos y apoyar a los agricultores cafetaleros.

◆ **OIC.**

Organización Internacional del Café (OIC), nació en 1962, con su sede principal en Londres, con la unión de 60 países entre productores y consumidores; actualmente la conforman 63 miembros, entre 45 productores y 18 consumidores, que abarcan a toda la comunidad cafetalera internacional. La OIC tiene la responsabilidad de acercar a los países productores y consumidores, para debatir problemas



relativos a las políticas y adoptar medidas correspondientes en el mercado.

Los principales países de la OIC son: Austria, Bélgica, Luxemburgo, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Japón, los países bajos como Noruega, Portugal, España, Suecia y Reino Unido.

Los países exportadores de la OIC son: Angola, Bolivia, Brasil, Burundi, Camerún, Republica Central Africana, Colombia, Republica del congo, Republica Democrática del Congo, Costa rica, Costa de Marfil, Cuba, Republica Dominicana, Ecuador, El Salvador y Guinea Ecuatorial, Etiopía, Gabón, Ghana, Guatemala, Guinea, Haití, Honduras, India, Indonesia, Jamaica, Kenya, Madagascar, Malawi, etc.

◆ **CORECAF.**

Corporación Ecuatoriana de Cafetaleros (CORACAF), se creó para proporcionar ayuda al sector cafetalero; ofrecer asistencia técnica, facilidades para autofinanciamiento; y autogestionar a todo caficultor ecuatoriano.



◆ INIAP.

Se crea el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), con el propósito de investigar sobre la problemática de los cultivos del sector cafetalero, encargando esta investigación a la estación de Pichilingue, ubicada en Quevedo, provincia de Los Ríos. Sus principales objetivos son:

- Tratar de reducir al máximo los costos de producción en los cultivos nacionales.
- Mejorar la eficiencia en los cultivos de exportación.
- Suministrar productos de transformación en la industria.

1.8 Propagación del café en el Ecuador.

Lo que más resalta al Ecuador es que en nuestro país se cultiva las dos variedades de café más comercializadas: arábica y robusta. La producción total estimada anual es de 1 500 000 sacos de 60 Kg., en condiciones climatológicas normales.

El año cafetero en el Ecuador comprende entre los meses de octubre a septiembre, siempre y cuando el factor clima y la zona donde se cultive sean favorables. Por ser nuestro clima tropical y variado en las diferentes zonas y regiones, nuestro café goza de disponibilidad durante todos los meses del año, y esto genera competitividad.

Solo en la provincia del Tungurahua es donde la producción del café es nula, mientras que las provincias del Carchi e Imbabura son las de menos aporte de producción de café en todo el Ecuador.

La zona continental goza de producción media de café en toda la extensión nacional. La especie arábica, predomina en las provincias de Manabí, El Oro, Loja, Zamora Chinchipe, Sucumbios, Guayas, Azuay y Cañar; con un porcentaje aproximado al 90% de la producción el Ecuador, la misma que se estima que se cultivan un total de 188 mil hectáreas, mientras que la variedad robusta se cultiva en la región oriente.

TABLA VII
ECUADOR, SUPERFICIE Y VARIEDADES CULTIVADAS
HECTAREAS POR PROVINCIAS (1999)

		TOTAL	ARABIGA	ROBUSTA
COSTA				
1	EL ORO	11000	10800	200
2	ESMERALDAS	18000	4500	13500
3	GUAYAS	19300	16500	2800
4	LOS RIOS	58000	23000	35000
5	MANABI	123800	122000	1800
	TOTAL COSTA	230100	176800	53300
ORIENTE				
6	MORONA SANTIAGO	1870	70	1800
7	NAPO	32000	0	32000
8	PASTAZA	1100	100	1000
9	ZAMORA CHINCHIPE	2344	2200	144
10	SUCUMBIOS	17620	120	17500
11	ORELANA	21060	60	21000
	TOTAL ORIENTE	75994	2550	73444
SIERRA				
12	AZUAY	415	400	15
13	BOLIVAR	13000	7500	5500
14	CAÑAR	850	700	150
15	CARCHI	0	0	0
16	COTOPAXI	11000	3000	8000
17	CHIMBORAZO	880	850	30
18	IMBABURA	80	80	0
19	LOJA	32000	32000	0
20	PICHINCHA	33800	2800	31000
21	TUNGURAHUA	0	0	0
	TOTAL SIERRA	92025	447330	44695

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR



TABLA VIII
ECUADOR: PARTICIPACION POR PROVINCIAS
HECTAREAS POR PROVINCIAS Y PARTICIPACION (1999)

	PROVINCIAS	HECTAREAS	% NACIONAL	% REGIONAL
	TOTAL NACIONAL	374633	100%	
	COSTA			
1	EL ORO	10256	2,74%	4,65%
2	ESMERALDAS	16520	4,41%	7,50%
3	GUAYAS	18500	4,94%	8,10%
4	LOS RIOS	55085	14,70%	25,00%
5	MANABI	420000	32,03%	54,46%
	TOTAL COSTA	220361	59%	100%
	ORIENTE			
6	MORONA SANTIAGO	ND	ND	ND
7	NAPO	22356	5,97%	38,99%
8	PASTAZA	ND	ND	ND
9	ZAMORA CHINCHIPE	4980	1,33%	ND
10	SUCUMBIOS	30000	8,01%	52,32%
11	ORELANA	ND	ND	ND
	TOTAL ORIENTE	57336	15,30%	100%
	SIERRA			
12	AZUAY	800	0,21%	0,83%
13	BOLIVAR	9915	2,65%	10,23%
14	CAÑAR	225	0,06%	0,23%
15	CARCHI	400	0,11%	0,41%
16	COTOPAXI	3987	1,06%	4,11%
17	CHIMBORAZO	600	0,16%	0,62%
18	IMBABURA	9	0%	0,01%
19	LOJA	38500	10,28%	39,72%
20	PICHINCHA	42500	11,34%	43,84%
21	TUNGURAHUA			
	TOTAL SIERRA	96936	25,87%	100%

FUENTE: BANCO CENTRAL DEL ECUADOR

Entre las principales provincias cafetaleras de la costa tenemos a Manabí que predomina con el 56,3%, en la región sierra se destacan las provincias Loja y Pichincha, las mismas que aportan con un 4% a nivel sierra, mientras que en la región del Oriente, tenemos a Napo, Orellana y Sucumbios, que acumulan un 40% a nivel nacional.

1.9 Caficultura en zonas más productivas.

Según la historia las costas de esta provincia fueron las primeras vías de acceso para la llegada del café al Ecuador, donde se extendió de manera uniforme a lo largo de toda la provincia y así mismo en todo el país.

◆ Manabí.

Esta zona es la mas productiva para el cultivo de café en nuestro país, representa un papel importante en la caficultura del Ecuador, debido a que nos brinda el mayor porcentaje de producción nacional de 32% en Manabí y un 54% en la región literal, las variedades arábigas ocupan actualmente el 95% de toda la producción de café en esta provincia.

◆ **Loja.**

Esta es otra provincia que ocupa un lugar muy importante en la producción del grano, donde se destaca el cantón Puyango. El clima que posee esta provincia es de gran ayuda para el cultivo, por lo que se destaca la calidad del sabor del café producido en esta zona del Ecuador.

Puyango representa el 40% de la producción total de la provincia del Loja.

1.9.1 Caficultura en el oriente.

En esta zona se destacan la variedad robusta; esto se debe al clima que poseen las provincias del oriente ecuatoriano, y a métodos de reproducción como la clonación, donde se la emplea con mayor frecuencia en esta zona del país.

1.10 III Censo Nacional Agropecuario.

El III Censo Nacional Agropecuario no es otra cosa que una investigación estadística efectuado en todo el territorio ecuatoriano, dirigido a la obtención de información estructural y del comportamiento del sector agropecuario, utilizando, para ello, técnicas de muestreo. Las unidades de información que constituyen en la población objetivo

para este censo son las denominadas Unidades de Producción Agropecuaria (UPA).

1.10.1 Unidades de Producción Agropecuaria (UPA).

Es una extensión de tierra de 500 m² o mas, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica, que desarrolla su actividad bajo una dirección o gerencia única.

En general, una UPA esta conformada por varios terrenos dedicados a la producción agropecuaria, los cuales están bajo una gerencia única y comparten los mismos medios de producción como: mano de obra, maquinaria, etc.

La gerencia de los terrenos puede ser ejercida por una persona, un hogar, una empresa, o cualquier otra forma de dirección.

1.10.2 Año censal.

El año censal para este censo estuvo comprendido entre el 1 de octubre de 1999 hasta el 30 de septiembre del 2000.



1.10.3 Cultivos permanentes.

El café se encuentra en los cultivos permanentes, que son productos agrícolas que se destinan a la alimentación humana y/o animal, o para materias primas industriales u otros usos. Son cultivos que se plantan y después de un tiempo relativamente largo llegan a la edad productiva. Tienen además un prolongado período de producción que permite cosechar durante varios años, sin necesidad de ser sembradas o plantadas después de cada cosecha.

Se levantó información de superficie, producción, y ventas de los cultivos permanentes, solos, asociados y disperses, que se cultivan en la UPA durante el año censal.

Su objetivo principal fue el buscar el equilibrio de la oferta y la demanda con los productores y consumidores. Además de identificar las zonas geográficas, organización agropecuaria y uso de la tierra.

1.10.4 Objetivos del censo agropecuario.

Como objetivos generales del censo, se buscó facilitar la identificación de los principales problemas que afectaban la producción y la productividad cafetera; disponer de una información suficiente y confiable de características agro económicas de las diferentes áreas cafeteras.

Como objetivos específicos se buscó establecer un registro de unidades de producción cafetera actual con sus principales características; además de determinar la superficie cafetalera actual, por provincias, cantones y parroquias; inventariar las variedades cultivadas y su nivel de rendimiento, según edad; cuantificar el crecimiento anual de la superficie cafetalera; determinar las características y la edad de los cafetales.

Los resultados fueron los siguientes:

TABLA IX

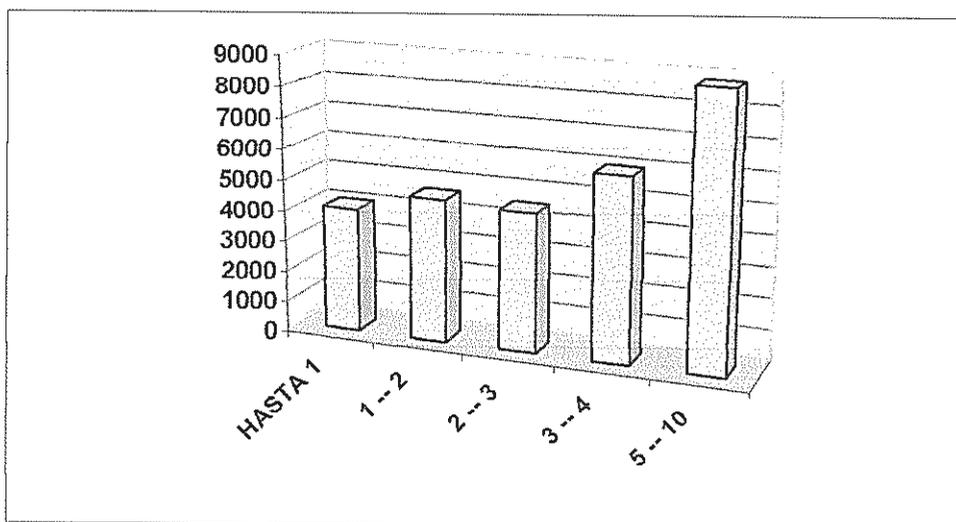
NÚMERO DE UPAS POR TAMAÑOS Y SUPERFICIE PLANTADA,

SEGÚN CULTIVOS PERMANENTES (CAFÉ)

	TOTAL	MENOS DE 1	1 HASTA 2	2 HASTA 3	3 HASTA 5	5 HASTA 10
UPAS	57153	4033	4641	4510	5954	8832
HA. PLANTADAS	151941	1551	389	5438	10135	20210



GRAFICO 1.10

NÚMERO DE UPAS POR SUPERFICIE PLANTADA (CAFÉ)

Se puede apreciar en el histograma de frecuencias, que el número de Upas por hectárea es de 57153. Además se aprecia que hasta una hectárea plantada el número de Upas es de 4033. De una a dos hectáreas plantadas el número de Upas se incrementa a 4 641, y con la mayor proporción de hectáreas plantadas, en este caso que es de cinco a diez hectáreas, su número de Upas es de 8 832.

TABLA X
SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS, SEGÚN CULTIVOS

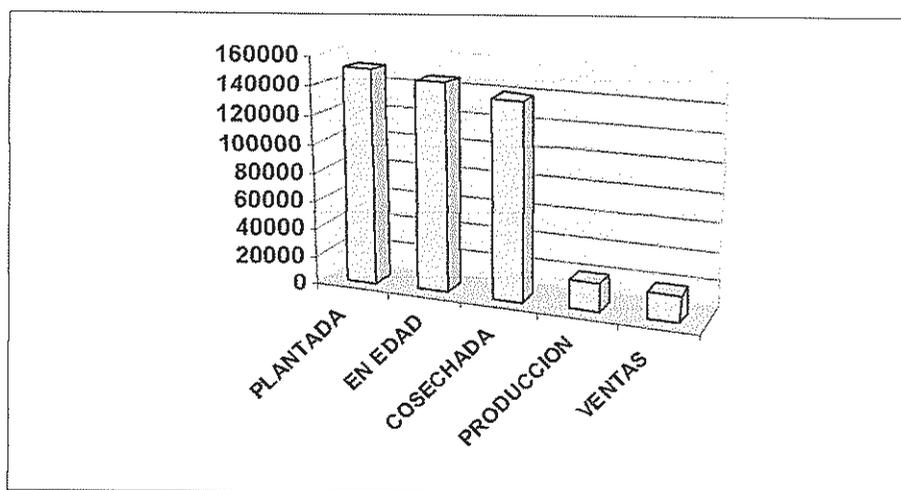
PERMANENTES (CAFÉ)

	SUPERFICIE PLANTADA	EN EDAD PRODUCTIVA	SUPERFICIE COSECHADA	PRODUCCION	VENTAS
SOLO	151941	145938	138472	20052	18066
ASOCIADO	168470	163701	148274	7554	6401

GRAFICO 1.11

SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y VENTAS, SEGÚN CULTIVOS

PERMANENTES (CAFÉ)



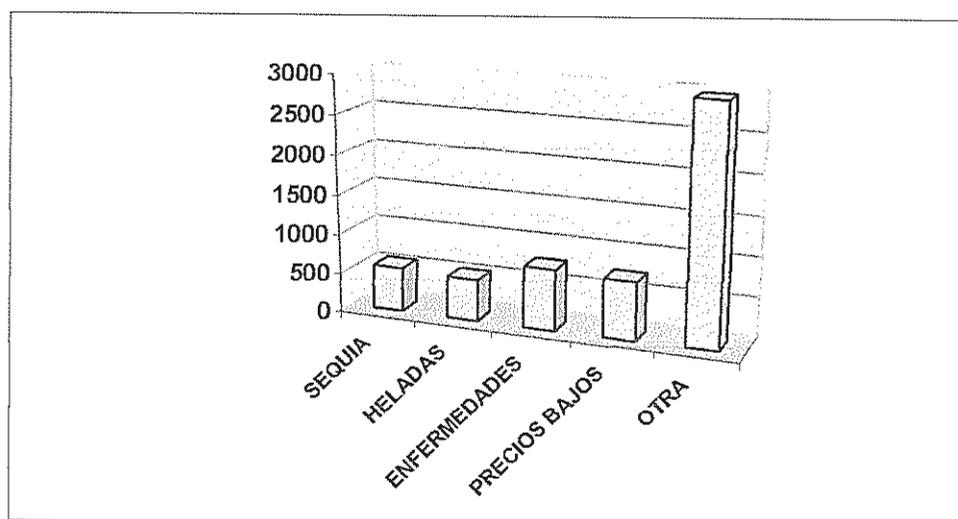
En el histograma expuesto, se puede ver que en superficie plantada se obtuvo un total de 151941 hectáreas plantadas en el Ecuador, la superficie cosechada fue de 138 472 hectáreas, así como la producción, la misma que obtuvo 20 052 toneladas métricas.

TABLA XI

SUPERFICIE PÉRDIDA POR CUSAS DE PÉRDIDA:SEGÚN CULTIVOS PERMANENTES (CAFÉ)

	TOTAL	SEQUIA	HELADAS	ENFERMEDADES	PRECIOS BAJOS	OTRA
SOLO	7466	565	527	777	742	2966
ASOCIADO	15427	1006	1954	1653	566	5010

GRAFICO 1.12

SUPERFICIE PÉRDIDA POR CUSAS DE PÉRDIDA:SEGÚN CULTIVOS PERMANENTES (CAFÉ)

En el censo agropecuario, se obtuvo la cifra de 7466 hectáreas que obtuvieron pérdidas por diversos motivos, es el caso de las sequías que obtuvo un 0.08% con respecto al total, las heladas tuvo 0.07%, las plagas tuvo un tanto mayor con el 20%, y en otras enfermedades se mantuvo con el 40%.

TABLA XII

NÚMERO DE UPAS Y SUPERFICIE: SEGÚN REGIONES Y PROVINCIAS

	UPAS	SUPERFICIE (HA.)
TOTAL NACIONAL	57153	151941
REGION SIERRA	7790	11353
REGION COSTA	32241	83447
RESTO	17123	57141
SIERRA		
AZUAY	160	89
BOLIVAR	293	487
CAÑAR	96	124
CARCHI	*	*
COTOPAXI	322	780
CHIMBORAZO	129	141
IMBABURA	96	220
LOJA	5247	6088
PICHINCHA	1428	3381
TUNGURAHUA	*	*
COSTA		
EL ORO	4635	11650
ESMERALDAS	1104	2933
GUAYAS	1927	5518
LOS RIOS	2028	4709
MANABI	22547	58637
AMAZONICA		
MORONA SANTIAGO	1298	1552
NAPO	2036	3943
PASTAZA	518	610
ZAMORA CHINCHIPE	2141	4450
SUCUMBIOS	5919	26361
ORELLANA	4707	18051
INSULAR		
GALAPAGOS	227	1669

Actualmente, este cultivo se encuentra ubicado a nivel nacional. Según los datos del último Censo Agropecuario existen 151900 hectáreas de cultivo de café solo y 168764 hectáreas de cultivo de café asociado. En la superficie únicamente de café, Manabí ocupa el 38.6%, Sucumbios el 17.36%, Orellana 11.89%, El Oro 7.67%, Loja el 4.01% y la diferencia en otras provincias, en tanto que en la superficie asociada de café, Manabí ocupa un 24.25%, Los Ríos 17.9%, Guayas 9.22%, Esmeraldas 7.94%, Pichincha 13.90%, Bolívar un 7.05% y el resto en otras provincias productoras.

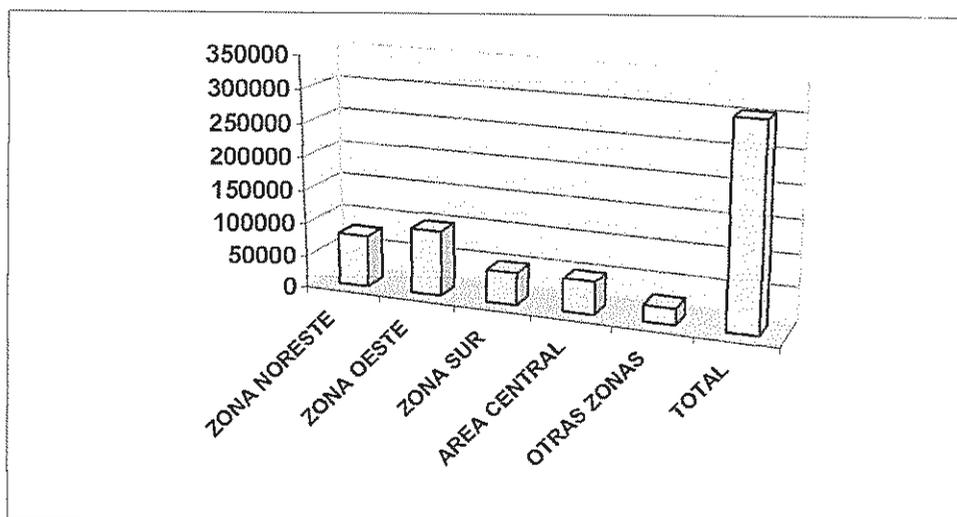
En nuestro país se cultivan las dos especies de café, arábigo y robusta. Aproximadamente, el 55% de la superficie total es de arábigo. La producción de arábigo, considerado de mejor calidad se concentra específicamente en Manabí, la provincia de Loja y las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, en tanto que el robusta se cultiva en la Amazonía, es decir en Sucumbios y Orellana, en su mayor porcentaje. En alrededor del 80%, la superficie de café se encuentra en manos de pequeños productores, de hasta 20 has.

TABLA XIII
ZONAS GEOGRÁFICAS Y ÁREAS CON CAFÉ

ZONA	AREA (HA.)
ZONA NORESTE	80000
ZONA OESTE	100000
ZONA SUR	50000
AREA CENTRAL	50000
OTRAS ZONAS	25000
TOTAL	305000

GRAFICO 1.13

Zonas Geográficas y Áreas con Café



La zona noreste del país, corresponde a la amazonía y es primordialmente zona de café robusta desde que las condiciones de altura y humedad son favorables para su cultivo. Hay cerca de 100 ha. Sembradas con nuevas plantaciones.

En otras zonas, con otras condiciones de clima, humedad, altura, pluviosidad, prevalecen las arábigas, estas son: las de la provincia de Manabí, las zonas del sur son las de Loja y El Oro, la zona central como Esmeraldas y Santo Domingo.

1.11 Principales áreas cafetaleras en Ecuador.

Como principales áreas cafetaleras se destacan las provincias Manabí, luego le sigue Loja, El Oro, Zamora Chinchipe, Pichincha, Los Ríos y Chimborazo.

Como se puede apreciar en el gráfico, Manabí se mantuvo como la mayor provincia cafetalera del Ecuador con un total de 12 áreas con café, le sigue Loja, El Oro y Los Ríos con dos áreas cada una, y por último Zamora Chinchipe, Chimborazo y Pichincha con solo un área cada una.

GRAFICO 1.14**PRINCIPALES ÁREAS CAFETALERAS EN ECUADOR**

CAPITULO II

ANALISIS UNIVARIADO DE LOS PRECIOS DEL QUINTAL DE CAFE EN EL ECUADOR

2.1 Introducción.

Antes de conocer las distintas herramientas que se necesitan manejar para la valorización de opciones, se debe tener claro el comportamiento del precio del quintal de café a lo largo del tiempo, para de esta manera saber su tendencia, su época de quiebre, su estacionalidad, en fin, todas las posibles conclusiones para así realizar un estudio exhaustivo.

Por cuanto el objetivo del presente capítulo es presentar e interpretar los precios del quintal de café a través del tiempo, para la cual se requiere la manipulación de los datos históricos que a nuestro juicio son relevantes para un estudio acerca de la valorización de opciones del producto ya mencionado en el Ecuador.

El período de tiempo de estudio será desde el año 1994 hasta el 2002, en dicho intervalo se hará un tratamiento de los datos de manera mensual y semanal.

2.2 Superficie cosechada.

La superficie cosechada se define como la cantidad de hectáreas productivas de café dentro de la superficie cosechada, es decir, representa la superficie aprovechada eficientemente de toda la superficie sembrada de café. Su unidad se la representa en hectáreas (has.), definida durante el periodo anual 1991 - 2000. El promedio anual de la superficie cosechada fue de 356.848 hectáreas durante los once años ya mencionados.

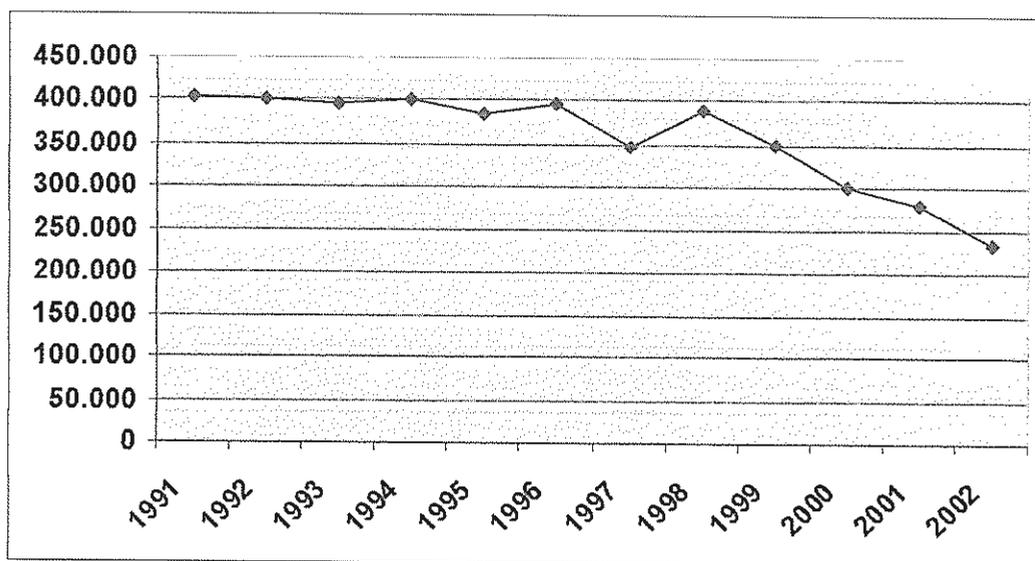
La superficie que menos se cosechó fue de 232.000 siendo este el año pasado, es decir en el 2002.

El valor máximo de hectáreas cosechadas fue de 403.870 en 1991.



GRAFICO 2.1

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA SUPERFICIE COSECHADA DE
CAFÉ EN EL ECUADOR (HAS.) (1991-2002)



2.3 Producción.

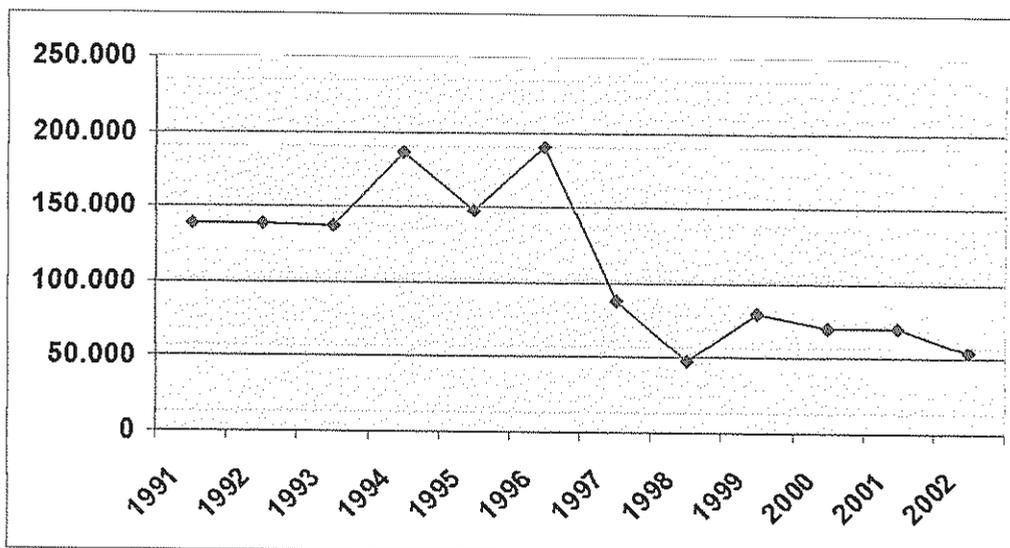
Esta variable se refiere a la cantidad de café medidas en toneladas métricas que se obtuvieron dentro de la superficie cosechada durante un periodo específico. La época de cosecha de las variedades arábicas es entre los meses mayo y agosto; mientras que la de la variedad robusta ocurre de manera mensual, lo cual provoca que el Ecuador constantemente produzca esta variedad durante todo el año. La producción de café en el Ecuador durante el periodo 1991-2002 tuvo su mínimo en el año 1998 con 55.000 toneladas métricas, y su máximo en 1996 con 190.720 tm. De esta manera el promedio de la



producción de café en el Ecuador entre los años 1991 y 2002 fue de 112.459 tm.

GRAFICO 2.2

COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA PRODUCCION DE CAFÉ EN EL ECUADOR (TM.) (1991-2002)



La producción cafetalera ecuatoriana se había incrementado desde el año 1991 hasta aproximadamente finales del año 1996, pero desde este año hasta el 1998 la producción fue decayendo, mientras que en el último año registra una caída muy fuerte siendo la producción del año pasado de 55.000 tm.

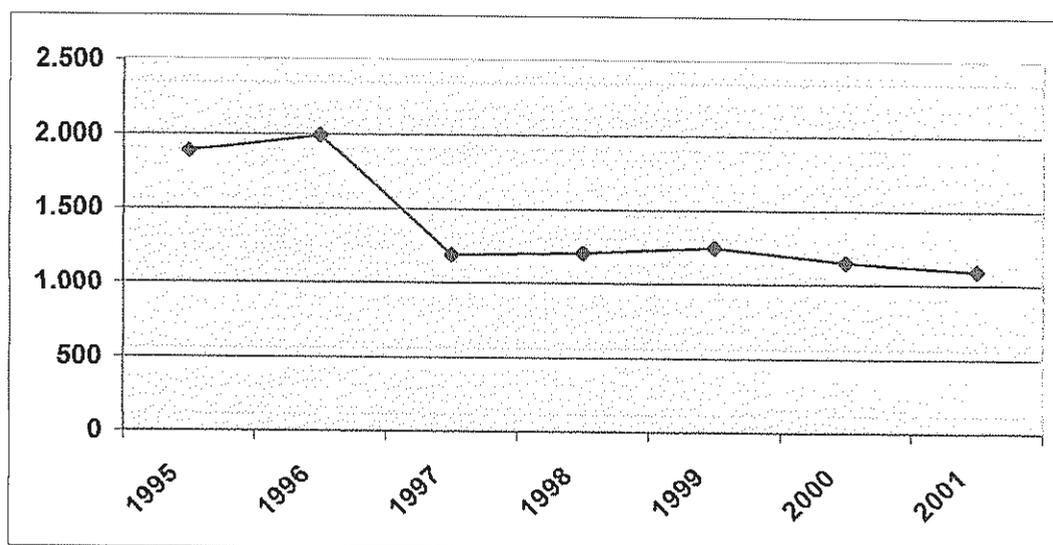
Otro escenario para este análisis es en la producción de café medidos en miles de sacos, por lo que se puede apreciar en el gráfico el



Ecuador decayó su producción en el año 1997, y se ha mantenido a una producción casi constante en los últimos 4 años.

GRAFICO 2.3

**COMPORTAMIENTO ANUAL DE LA PRODUCCION DE CAFÉ EN EL
ECUADOR (MILES DE SACOS) (1996-2002)**



Se puede ver que en el año 1996 se produjo en el Ecuador la mayor cantidad de sacos de café en este periodo con 1'993.000 sacos, mientras que en el 2001 hubo una caída de la producción del grano con 1.096.000 sacos. Cabe recalcar que estos valores incluyen los dos tipos de café que se cultiva en el Ecuador, estas son arábicas y robustas.

2.4 Precio internacional.

Se define como precio internacional, al valor mínimo referencial mensual en dólares por quintal de café en grano asignado a los países productores por la organización internacional de café, que actúa como agente regulador de los precios en el ámbito mundial.

El precio del café ecuatoriano está sujeto a variaciones por cambios en la oferta y demanda en el ámbito mundial.

Para el análisis descriptivo del precio del café lo vamos a analizar para la variedad *arábiga* debido a que estos datos son de referencia en la Bolsa de Valores de Productos Agrícolas a nivel nacional.

2.4.1 Precios mensuales del quintal de café arábica en el Ecuador. (1994 - 2002)

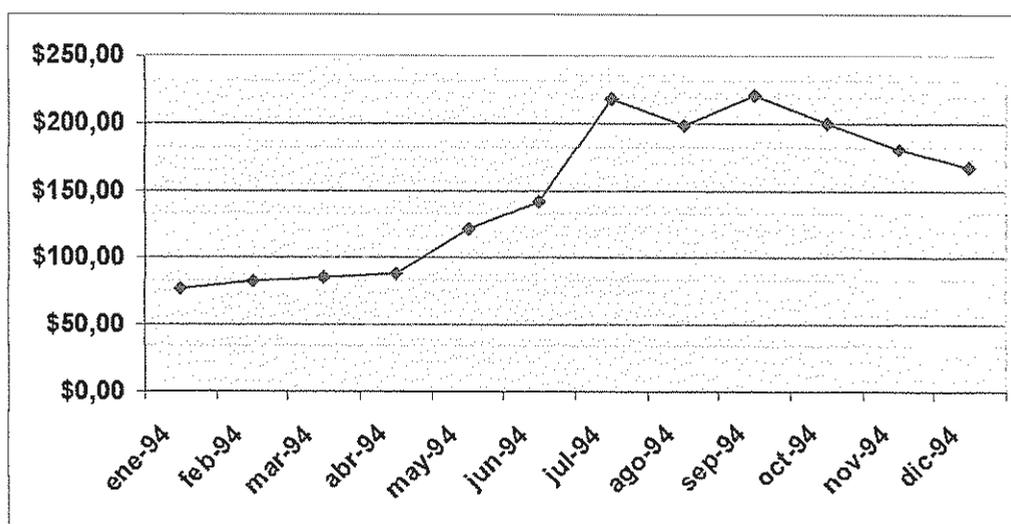
En el año 1994 se puede apreciar que el precio del quintal de café en el mes enero es el de menor valor, alcanzando solo el \$77.20 el quintal, a partir de este mes el precio del grano se va incrementando de manera rápida llegando a mediados de año con un precio de \$217.70, casi el triple del precio con el cual empezó este año, luego viene el mes de septiembre donde se produjo el precio mas alto en todo el año con \$220.10 el quintal. Pero a medida que finaliza el año,

el precio del quintal de café va decreciendo llegando a \$167.10 el quintal, la tendencia anual es creciente. El promedio de este año fue de \$148.51, con una desviación estándar de \$46.83.

GRAFICO 2.4

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1994)



A medida que comienza el año 1995, el precio del quintal de café parte enero con un abrumador \$171.71 el quintal, mas del doble que empezó el año anterior, pero a medida que pasan los siguientes dos meses se registra en marzo el precio máximo en todo el año con \$178.20, luego de los siguientes meses el precio del grano va decayendo suavemente hasta llegar al mes de diciembre, el cual culmina el año 95 quedando el precio del quintal a \$104. En comparación con el año anterior, el precio mínimo del quintal fue en

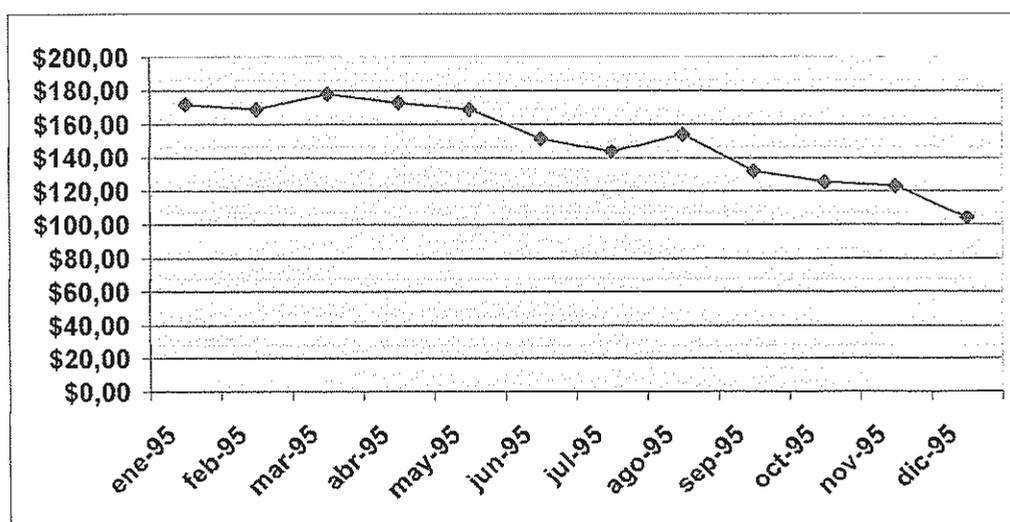


diciembre en vez de enero, su tendencia anual es decreciente. El promedio anual para este año fue de \$149.54, con una desviación estándar de \$15.51.

GRAFICO 2.5

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1995)



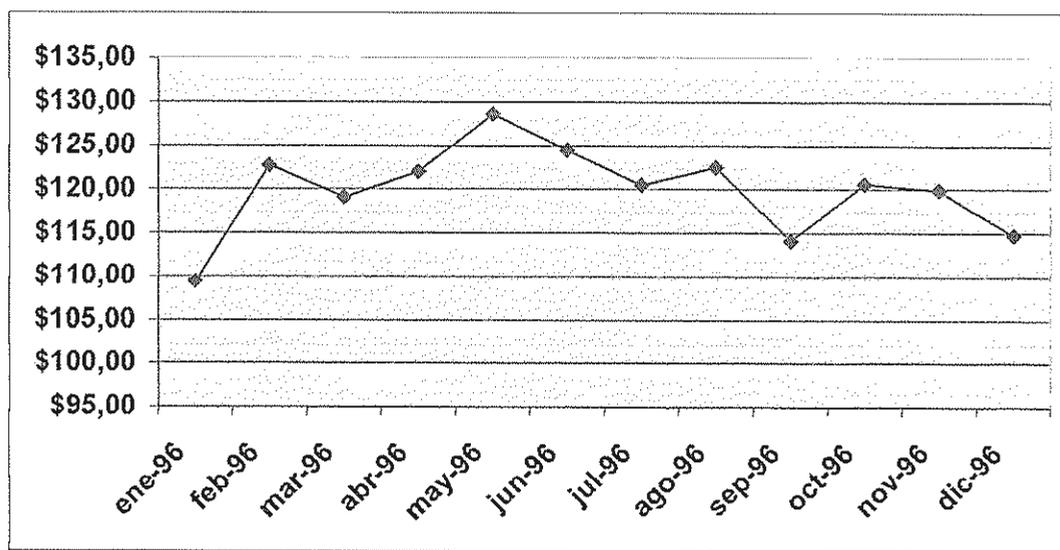
Nuevamente empieza el año registrando el mínimo precio anual del quintal de café, 1996 en el mes de enero, el precio fue de \$109.40, su precio se va incrementando en los próximos meses, pero en el mes de mayo el precio asciende al máximo del todo el año con \$128.60 el quintal. De ahí en adelante, el precio comienza a decaer, así culmina el año fijándose el precio de diciembre en \$114.70. El promedio para este año fue de \$114.70, con una desviación estándar de \$5.11.

La tendencia para el año se la puede apreciar en el siguiente gráfico.

GRAFICO 2.6

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1996)



El año 1997, representa una tendencia similar con respecto a la del año anterior, empezando el año con el mínimo precio del quintal, es decir, en el mes de enero el precio fue de \$131.80, registrándose como el mayor precio con respecto a los otros mínimos de los años anteriores, así mismo en el mes de mayo se puede observar que la cota máxima del precio fue de \$264.50, Luego, en los siguientes meses, el precio comienza a decaer de manera suave, el mismo que llega a terminar el año 97 con \$174.30,

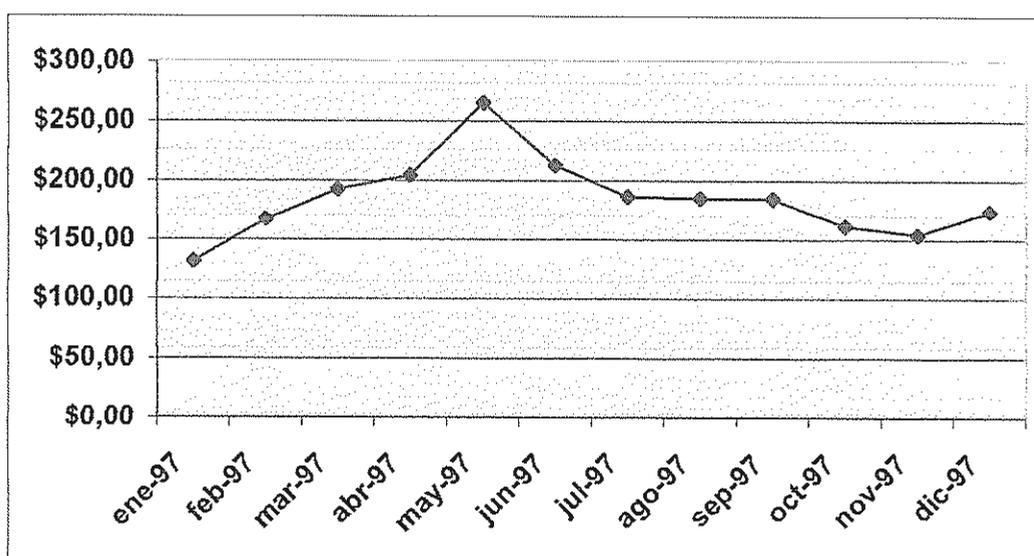


La media del precio para este año fue de \$184.97 llegando a ser el precio ponderado más alto registrado en los últimos 6 años, su desviación estándar fue de \$33.41.

GRAFICO 2.7

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1997)



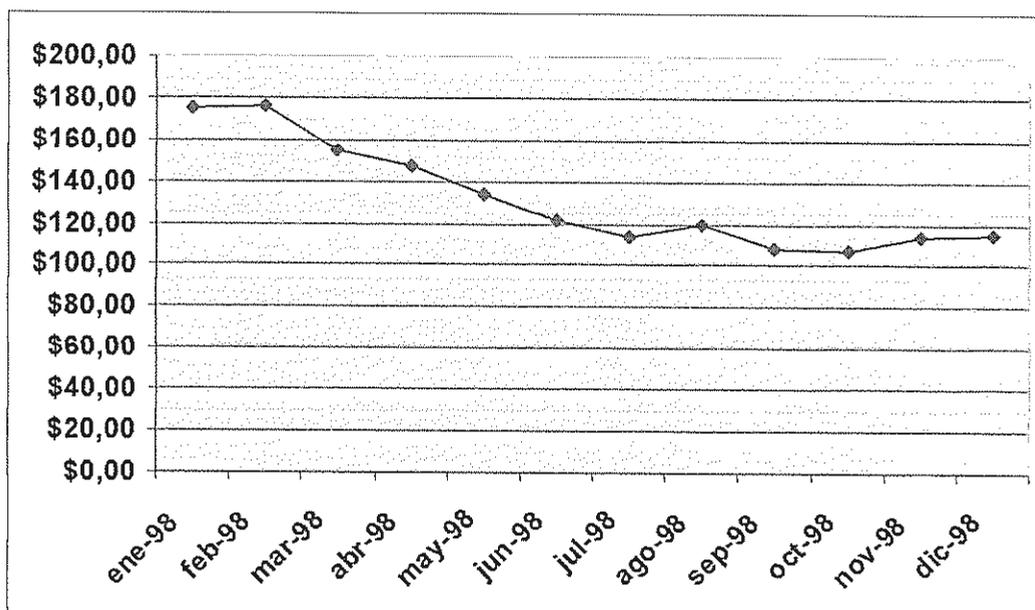
En el año 1998, se puede apreciar mediante el grafico su tendencia decreciente, comenzando enero con un precio de \$175 el quintal de café, y solo un mes después, en febrero se registra el precio máximo anual con \$175.90. En los próximos meses el precio se mantiene en baja, llegando así hasta el mes de octubre, el cual se fija el precio a \$107.25 el quintal, y culmina el año 97 con un precio de \$114.87. La

media anual del precio del quintal fue de \$132.17, y su desviación de \$25.07.

GRAFICO 2.8

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1998)



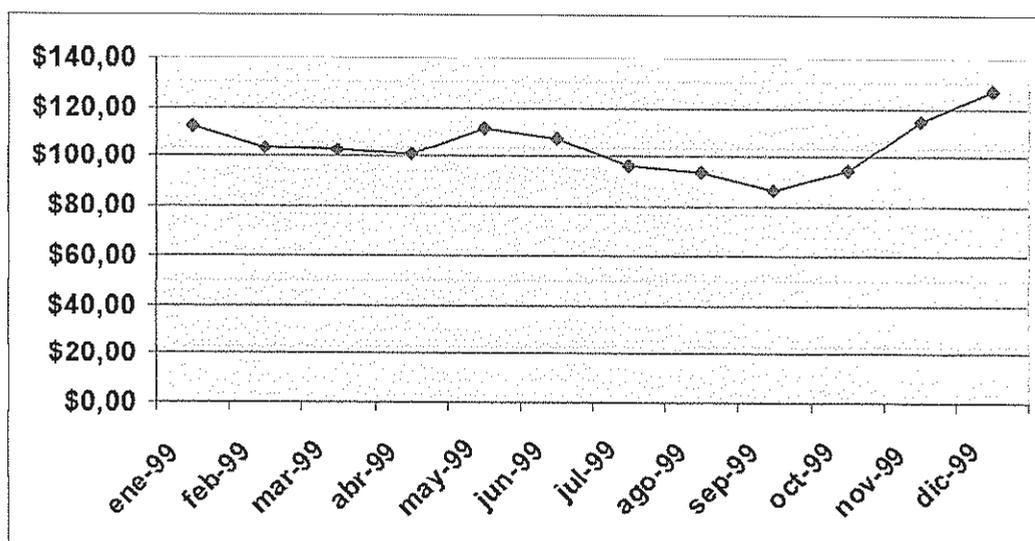
El año 1999 empieza el quintal de café con un precio \$112.73. En los meses de febrero hasta abril el precio desciende de manera lenta llegando a \$101, pero en mayo sube el precio del quintal nuevamente a \$112. En septiembre el precio llega a su mínimo en todo el año con \$86.74 el quintal, luego de haber descendido bruscamente en los últimos meses, asciende culminando el año 97 a un precio de \$126.91 fijándose como el máximo valor en todo el año.

El promedio anual en el presenta año fue de \$104.37 llegando a ser el precio mas bajo del quintal de café hasta ahora, su desviación estándar fue de \$11.15.

GRAFICO 2.9

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1999)

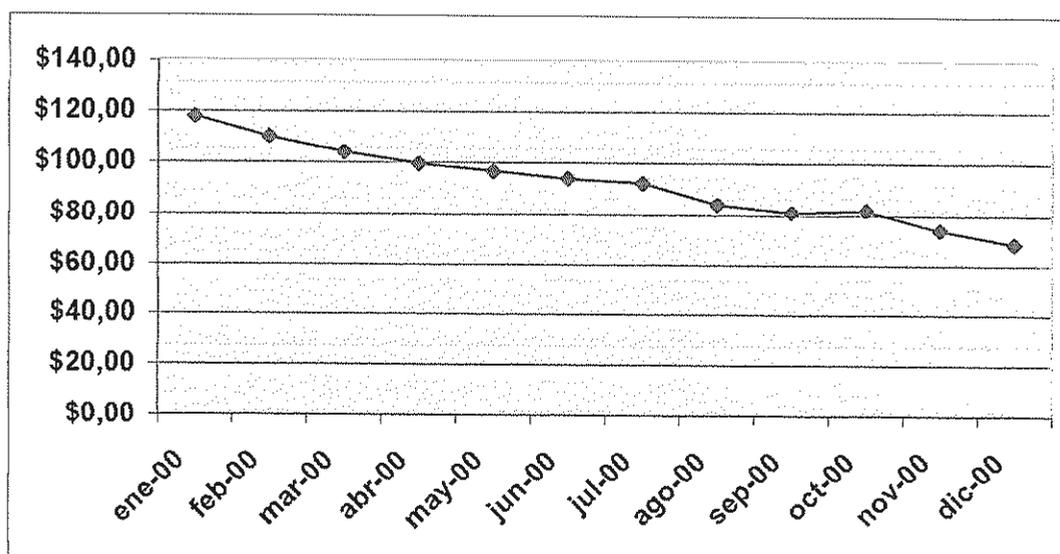


Comenzando en año 2000, el precio del grano fue de \$117.98 llegando a ser el año que el precio del café descendió de manera increíble a nivel nacional. En junio se registró por primera vez el precio del quintal mas bajo, llegando a ser cotizado a \$93.87, pero eso no queda ahí, ya que en los últimos meses del año mencionado, el precio llegó a bajar tanto que en diciembre se registró el quintal de café en \$68.42.

La media ponderado del año 2000 fue una de las mas bajas registradas hasta ese entonces, llegando a ser \$91.93 el quintal, luego en los siguientes años el precio del café descende de manera rápida hasta los actuales momentos debido a muchos factores que han hecho que caiga el precio del grano. Su desviación estándar fue de \$14.78.

GRAFICO 2.10

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:
VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2000)

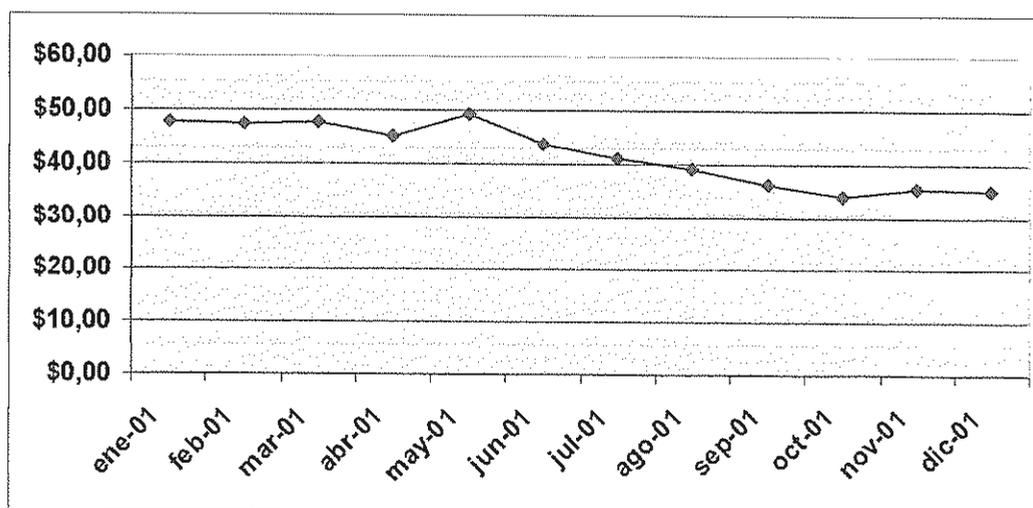


De aquí en adelante, el precio del quintal de café cae a niveles que nadie se lo esperaba, registrándose así en enero del 2001 el precio del grano en \$47.64, el precio fluctuará entre estos valores, para mayo el

precio sube ligeramente a \$49.10 siendo este el máximo en todo el año, y de esta manera el precio del quintal se mantuviera en estos bajos valores, llegando así al mes de octubre donde el precio llega a su mínimo con \$33.81. Y para culminar el año, el quintal en el mes de diciembre registra un precio de \$35.17. El promedio para el 2001 fue de \$41.72, casi la mitad de lo que se había registrado en el año anterior. La desviación estándar fue de \$5.70.

GRAFICO 2.11

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:
VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2001)



Los datos del 2002 se obtuvieron hasta agosto, empezando al año con un precio de \$36.14 el quintal, de manera sorpresiva para febrero el precio cae a su mínimo en el año con \$34.31, luego de dos meses

para abril se registra el máximo hasta ese entonces con un precio de \$41.78. La media anual para el 2002 fue de \$37.17 el quintal, siendo este el peor año hablando de precios de todos los seis años analizados anteriormente. La desviación estándar fue de \$2.66.

GRAFICO 2.12

COMPORTAMIENTO MENSUAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2002)

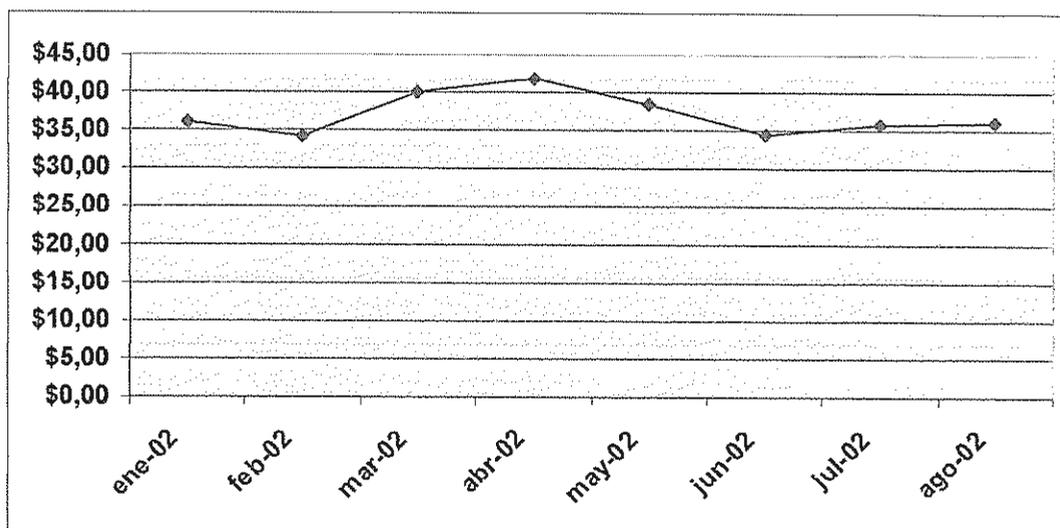
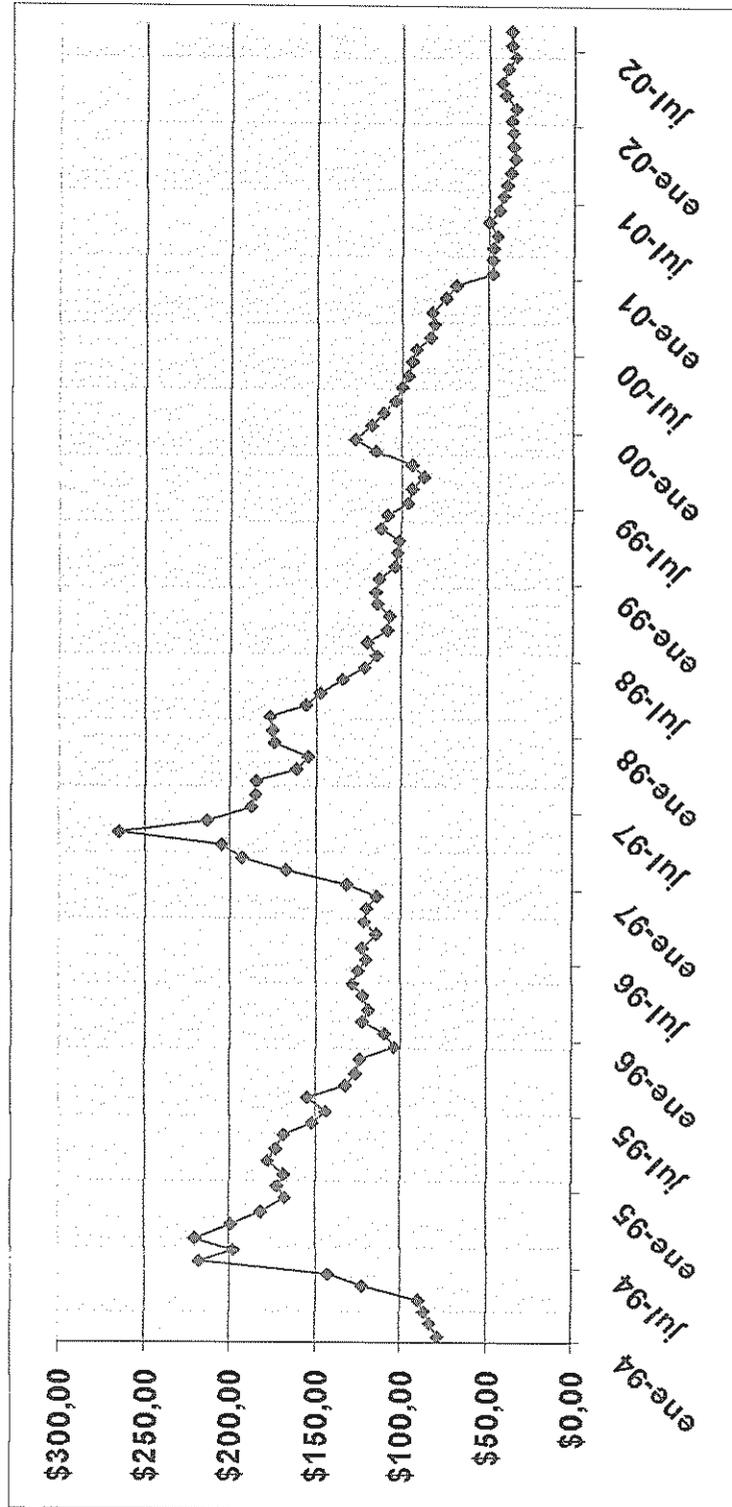


GRAFICO 2.13

COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABICA (US.\$) AÑO (1994 - 2002)



Como se observa en el gráfico 2.13, se puede apreciar que el precio en la historia del quintal de café para el año 94 tuvo incremento en su tendencia llegando a ser el promedio anual para ese año \$148.51, así como también el año 1995 donde se registró un incremento leve en el precio promedio para ese año subiendo a \$149.54.

Pero el año 96 fue de tendencia negativa ya que el precio promedio bajó a \$119.88. No así para el año 1997 donde se registró un alza en el precio del quintal de café llegando al máximo valor en todos los años analizados con \$264.50 el quintal en el mes de mayo.

Nuevamente para el año siguiente, es decir para el 98, se registró una baja en los precios, llegando a ser el precio promedio para este año de \$132.17 el quintal.

A partir del año 99 el precio fue decayendo cada vez mes, tanto así que fue este año donde el precio del quintal bajó su promedio anual hasta llegar a \$104.37 el quintal del grano.

Luego en los tres años siguientes, el precio promedio para cada año bajó a \$91.93 para el 2000, y para el 2001 se registró el mínimo precio de los años históricos llegando a \$33.81, además el precio promedio para el mismo año llegó casi a la mitad del año anterior con \$41.72 el quintal. En el 2002 el precio promedio para ese año fue de \$37.17.

TABLA XIV

**ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL PRECIO MENSUAL DEL QUINTAL DE
CAFÉ: VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (1994 - 2002)**

Tamaño de la muestra n (meses)	108
Máximo valor: mayo del 97	\$264.50
Mínimo valor: octubre del 2001	\$33.81
Mediana	\$114.40
Media	\$115.14
Intervalo de confianza para la media	$\$105. \leq \mu \leq \125.10
Desviación estándar	51.66
Varianza	2669.3945
Kurtosis	0.33
Sesgo	0.23

La tabla expuesta nos indica toda la estadística básica para los 9 años analizados anteriormente, así mismo se puede apreciar el precio mínimo del quintal que fue en octubre del 2002, como también el precio máximo de los 108 meses que fue de \$264.50 registrado en mayo del 97.

Además, la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que el precio mensual del quintal del café se desvía en \$ 51.66 dólares con respecto a la media mensual.

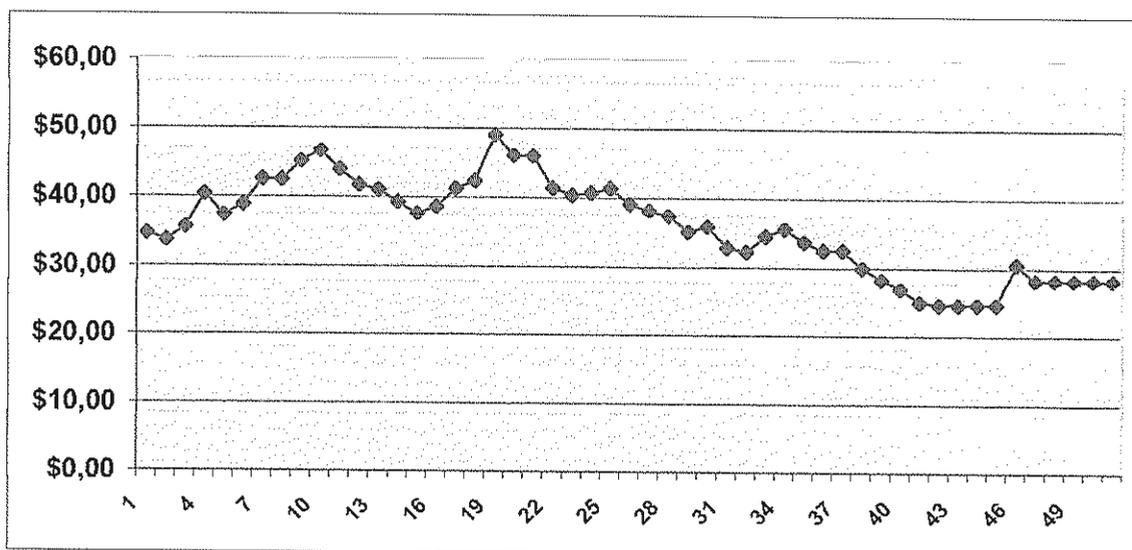
El intervalo de confianza para los 108 meses con un intervalo de confianza del 95% se encuentra entre \$105 y \$125.10.

2.4.2. Precios semanales del quintal de café arábica en el Ecuador. (2001 - 2002)

Ahora vamos a realizar un análisis para el precio del quintal de café registrado de manera semanal para así poder tener una perspectiva mas profunda acerca del comportamiento del precio del quintal del grano en los últimos dos años. Esto nos permitirá analizar con más detalle la evolución de la volatilidad de esta variable.

GRAFICO 2.14

COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:
VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2001)



Observando el gráfico de tendencia se puede ver muy claro que a medida que empieza el año 2001 el precio es de \$34.51 el quintal, además se ve que en la semana 9, es decir el mes de marzo registra un precio de \$45.09, a partir de esta fecha el precio del quintal tiende a bajar hasta llegar a la semana 15 situada en el mes de abril con \$37.06.

La semana 19 es en que se registra el precio mas alto en todo el año, quiere decir que en el mes de mayo el precio se fija en \$49.12 el quintal.

El mínimo valor fue dado en octubre, dado que la semana 42 a la 45 el precio del grano se registró en \$24.55.

El año 2001 cerró con \$28.22 el quintal, es decir bajó \$6.33 con respecto al precio del inicio del año.

La media ponderada para el precio del quintal en el año 2001 fue de \$35.80

TABLA XV
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL PRECIO SEMANAL DEL QUINTAL DE
CAFÉ: VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2001)

Tamaño de la muestra n (semanas)	51
Máximo valor: semana 19 (mayo)	\$49.12
Mínimo valor: semana 42 - 45 (octubre)	\$24.55
Mediana	\$35.85
Media	\$35.80
Intervalo de confianza para la media	$\$33.92 \leq \mu \leq \37.68
Desviación estándar	6.66
Varianza	44.48
Kurtosis	-0.93
Sesgo	-0.11

En la tabla se observa toda la estadística básica para los 51 meses analizados anteriormente, así mismo se puede apreciar el precio mínimo del quintal que fue en octubre del 2001 con \$24.25, así como también el precio máximo de las 51 semanas que fue de \$49.12 registrado en mayo.



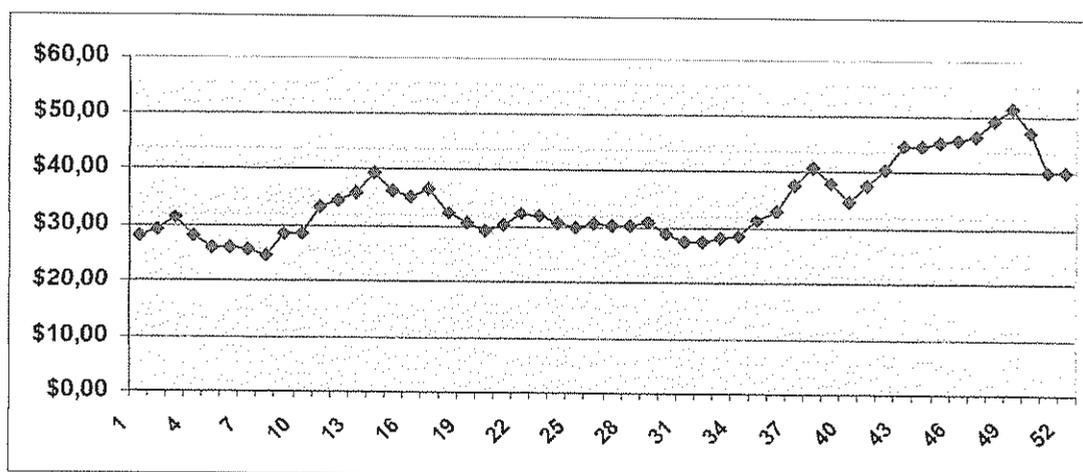
Además, la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que el precio mensual del quintal del café se desvía en \$ 6.66 dólares con respecto a la media mensual.

El intervalo de confianza para las 51 semanas con un intervalo de confianza del 95% se encuentra entre \$33.92 y \$37.68.

GRAFICO 2.15

COMPORTAMIENTO SEMANAL DEL PRECIO DEL QUINTAL DE CAFÉ:

VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2002)



En el año 2002 empezamos enero con un precio de \$28.22 el quintal, así como también se puede observar que el precio se va incrementando a manera que se aumentan los meses del año.

Hasta llegar al máximo precio del año que fue en la semana 49, es decir en el mes de noviembre con \$51.55.

En el gráfico se puede ver claramente el pico mas alto de la tendencia en la semana 49. El precio mínimo para el grano en el año 2002 fue en el mes de febrero con \$24.64 el quintal de café.

El año cerró con un precio de \$40.25 el quintal. Con respecto al año anterior el precio subió alrededor de \$12 más.

La media del precio para el año 2002 fue de \$34.33, es decir bajo \$1.47 con respecto a la media del año anterior.

TABLA XVI

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DEL PRECIO SEMANAL DEL QUINTAL DE CAFÉ: VARIEDAD ARABIGA (US.\$) AÑO (2002)

Tamaño de la muestra n (semanas)	52
Máximo valor: semana 49 (noviembre)	\$51.55
Mínimo valor: semana 8 (febrero)	\$24.64
Mediana	\$32.14
Media	\$34.33
Intervalo de confianza para la media	$\$32.41 \leq \mu \leq \36.24
Desviación estándar	6.89
Varianza	47.44
Kurtosis	-0.29
Sesgo	0.81

La tabla descriptiva nos muestra los datos más relevantes para los 52 meses analizados anteriormente, así mismo se puede apreciar el precio mínimo del quintal que fue en febrero con \$24.64, así como también el precio máximo que fue de \$51.55 registrado en noviembre.

Además, la tabla nos proporciona la desviación estándar que nos indica que el precio mensual del quintal del café se desvía en \$ 6.89 dólares con respecto a la media mensual.

El intervalo de confianza para las 52 semanas se encuentra entre \$33.92 y \$37.68, con un 95% confianza.

CAPITULO III

LOS INSTRUMENTOS FINANCIEROS DERIVADOS: OPCIONES Y FUTUROS

3.1 Introducción a los instrumentos financieros derivados.

El empresario y el financiero, hoy por hoy están expuesto a cambios y peligros constantes que hacen estar siempre alerta, y que requieren también un nuevo modo de administrar los negocios.

El sector financiero, tanto dentro del propio sector como dentro de los departamentos financieros de compañías, cuyas actividades principales no son de índole financiera, tampoco ha sido inmune al cambio, pero ha sido en general mucho más reacio a adaptarse, y también necesitan nuevos métodos.

Los nuevos métodos en finanzas son los instrumentos derivados (opciones, futuros, swaps, entre otros). Gracias a la aparición de estos instrumentos, ha habido una verdadera revolución en el ámbito de lo que es posible hacer para responder a los cambios y al riesgo que estos presentan en los mercados financieros.



El riesgo del mercado puede tener muchas formas, como puede ser el riesgo de interés, el riesgo de tipo de cambio que tiene un exportador, importador o inversor en países extranjeros, el riesgo de variación en el precio de materias que tiene un productor o un consumidor. Pero gracias a los instrumentos derivados, podemos librarnos de este riesgo, eliminarlo, transformarlo, tomar sólo el riesgo que nos parezca atractivo u oportuno, y en general, convertir el riesgo en oportunidad.

Un instrumento financiero derivado es cualquier instrumento financiero cuyo valor es una función de otras variables que son en cierta medida más fundamentales. La gama de aplicación de los instrumentos financiero derivados abarca todas las áreas de la actividad financiera en una empresa.

A pesar de su aparente complejidad, la teoría de los instrumentos financieros derivados se basa enteramente en dos conceptos principales:

- ◆ El valor presente
- ◆ La volatilidad

Al valorar cualquier instrumento, nos hacemos las mismas preguntas acerca del instrumento en cuestión:

- ◆ ¿Cuánto vale hoy?
- ◆ ¿Cuánto y cómo se mueven las variables que determinan su valor?

En el transcurso del capítulo se hablará más acerca de estos dos conceptos fundamentales.

3.2 Breve reseña de los Instrumentos financieros derivados.

Hace poco, en los mercados financieros, se llegó a situaciones en las que los instrumentos derivados existentes como eran las acciones, bonos, y algunas actividades marginales en opciones y futuros centrada en los mercados de materia prima, no eran suficientes para llegar al cierre de una actividad financiera, es por eso que en los mercados financieros mundiales se tuvo la necesidad de la creación de nuevas herramientas mas flexibles al desarrollo de las ya existentes, para poder lograr ciertos acuerdos entre diversos criterios que interviene en una actividad financiera.

Desde el inicio de las sociedades, el hombre se ha visto obligado a desarrollarse en comunidad; de acuerdo a como el hombre evolucionaba también lo hacían sus necesidades, tenía la necesidad



de realizar trueques para obtener un bien o un servicio a cambio de otro. Por lo que nace en esta época el llamado *punto de equilibrio*, que no es otra cosa que la representación apropiada de ganancias para el vendedor así como un precio justo a pagar para el comprador.

Luego de pasar la época del trueque, el hombre creó instrumentos de cambio, como lo eran las monedas, las mismas que eran elaboradas con metales preciosos como el oro y la plata. Posteriormente se desarrolló el papel moneda, el mismo que lo utilizamos en los actuales momentos.

En este largo tramo de la historia del hombre con respecto al intercambio de un bien, se fueron desarrollando diversos tipos de mercado, como son los mercados financieros, que no es otra cosa que el intercambio entre dos entes, con la única diferencia que se utilizan los instrumentos financieros los que se negocian o intercambian, como las acciones, bonos, opciones, futuros, entre otros.



3.3 Conceptos básicos.

Antes de empezar con las variables que afecten a los precios de los contratos de los instrumentos derivados, veamos algunas definiciones básicas de finanzas para poder tener un mejor análisis e interpretación.

3.3.1 Activos.

Se denomina activos a toda posesión de un bien que tiene un determinado valor en un intercambio o en una actividad financiera.

3.3.2 Precio y riesgo de un activo financiero.

El precio que se otorga a un activo financiero es el valor presente o actual de su flujo de efectivo esperado. Existen dos elementos fundamentales que van concatenados con todo activo financiero que son: el rendimiento y el riesgo. Entre estos dos componentes existe una relación directamente proporcional, esto quiere decir que a mayor rendimiento esperado mayor es el riesgo de la inversión, de la misma manera a menor rendimiento, menor es el riesgo.

3.3.3 Riesgo.

La descripción del riesgo que emplearemos a lo largo de este capítulo, es una descripción matemática, ya que el riesgo proviene de los precios y las variables financieras, las mismas se mueven constantemente de manera aleatoria, y no somos capaces de predecir el futuro, por eso, corremos el riesgo.

3.3.3.1 Tipos de riesgo.

Se encuentran varios tipos de riesgo en los mercados financieros, los cuales nombraremos a continuación:

- ◆ Riesgo de tipo de cambio.
- ◆ Riesgo de que el emisor o prestatario no cumpla sus obligaciones.
- ◆ Riesgo asociado al poder de compra potencial del flujo de efectivo esperado.

3.3.3.2 Riesgo de tipo de cambio.

Este riesgo tiene relación con las variaciones que sufre en un determinado lapso de tiempo una determinada divisa.

3.3.3.3 Riesgo de que el emisor o prestatario no cumpla sus obligaciones.

Este riesgo se forma cuando la parte deudora en una determinada operación financiera incumple con sus obligaciones de cancelar una determinada cantidad de dinero o un activo en la fecha pactada en el momento de firmar el contrato.

3.3.3.4 Riesgo asociado al poder de compra potencial del flujo de efectivo esperado.

Conocido también como inflación, que no es otra cosa que la pérdida de poder adquisitivo de una determinada unidad monetaria a través del tiempo.

3.3.4 Mercado financiero.

Se lo denomina mercado financiero al espacio físico donde se intercambian activos financieros. Existen varios tipos de mercados financieros, los mismos que se dividen de acuerdo a su clasificación.

- ◆ Clasificación por la naturaleza de la obligación.
- ◆ Clasificación por vencimiento de la obligación.
- ◆ Clasificación por madurez de la obligación.
- ◆ Clasificación por entrega inmediata o futura.
- ◆ Clasificación por estructura organizacional.

3.3.4.1 Tipos de mercados.

3.3.4.2 Clasificación por la naturaleza de la obligación.

◆ Mercado de deuda.

Es aquel mercado que se fomenta en los diferentes títulos, los mismos que se acreditan a una persona natural o jurídica, sea esta una deuda pública o privada.

◆ Mercado de Acción.

Es aquel mercado que interviene en las diferentes actividades financieras, que comprometen a ambas partes que intervienen en un contrato.

3.3.4.3 Clasificación por vencimiento de la obligación.

◆ Mercado de dinero.

En este mercado, el único instrumento que puede intervenir en una actividad financiera es el dinero. Puede ser de forma efectiva o por medio de diferentes títulos, acreditando una cierta cantidad de flujo de efectivo.

◆ **Mercado de capitales.**

Estos mercados son por vencimiento, el mismo que las transacciones financieras se las efectúa mediante capitales de diferente naturaleza como son: capital de riesgo, capital de trabajo, etc.

3.3.4.4 Clasificación por madurez de la obligación.

◆ **Mercado primario.**

En este mercado no se necesita un agente para que intervenga en una actividad financiera entre un cliente y una institución. Este mercado está conformado por los bancos privados e instituciones financieras, que son las encargadas de tratar directamente con las personas interesadas en establecer alguna actividad financiera con las ya mencionadas, como por ejemplo están las pólizas de acumulación, contratos de seguros, etc.

◆ **Mercado secundario.**

En estos mercados existen mecanismos para canalizar la transferencia de capital a largo y mediano plazo hacia los proyectos de inversión, cobertura y especulación, los mismos que pueden ser públicos o privados. Aquí se encuentran las bolsas de valores, bolsas de futuros, bolsas de opciones, entre otras.

3.3.4.5 Clasificación por entrega inmediata o futura.

◆ Mercado spot o efectivo.

El mercado spot o efectivo se maneja principalmente con fechas, esto quiere decir que se trata de contratos de compra y venta donde el comprador paga en el momento en que se entrega su mercancía.

◆ Mercado de derivados.

El mercado de derivados es aquel que trata con los instrumentos financieros derivados, es decir, son aquellos cuyo valor depende a algunas variables que varían en el tiempo y que son una función dependiente de variables diferenciables, entre las que destacamos a las opciones, los futuros, los swaps, etc.

3.3.4.6 Clasificación por estructura organizacional.

◆ Mercado por subastas.

Este mercado se maneja por medio de subastas, es decir, al mejor postor de los bienes que han sido tomados por el acreedor, o por incumplimiento de algún contrato de una actividad financiera.

◆ **Mercado de mostrador.**

Este mercado se lo maneja a través de mostrador, su papel es de servir de interventor entre dos partes interesadas, luego, estas se pondrán de acuerdo en el contrato a firmar.

3.4 Evolución en el mercado de los instrumentos financieros derivados.

En esta parte se va a enfocar en la evolución de los mercados de las opciones y de los futuros.

Como ya mencionamos anteriormente, un instrumento derivado es cualquier instrumento financiero cuyo valor se deriva de otras variables.

Estos instrumentos han tenido su desarrollo en gran parte en el continente europeo, por lo que tenemos que relacionar su terminología y simbología.

La terminología a nivel mundial para estos instrumentos son las que vamos a dar a conocer en un ejemplo fácil de analizar.

En la puntuación de los números, tenemos que, para escribir (Tres millones cuatrocientos cincuenta y cinco mil ochenta y tres con setenta y seis) es la siguiente: 3.455.183,76

3.4.1 Evolución de los mercados de futuros.

Su definición no es mas que un acuerdo para comprar o vender un activo en una fecha futura a un precio cierto.

Estos mercados tuvieron su origen en la edad media, los mismos fueron creados para satisfacer las demandas de los agricultores y comerciantes.

Vamos a representar un ejemplo para tener claro lo que es un mercado de futuros para el agricultor como para el comerciante:

Un agricultor, que en el mes de mayo de un año X, piensa que va a cosechar su grano en agosto, y desconoce el precio al que se le pagará por su cosecha. En los años de escasez se puede dar que el precio de este grano tienda a subir en cambio en el tiempo de abundancia puede que el precio, en este caso el café, tienda a bajar, lo que indica que el agricultor este expuesto a situaciones de alto riesgo, representando sobre todo por el precio futuro de su producto.



En el caso de los comerciantes que necesitan comprar el grano para comercializarlo, también están expuestos al riesgo con respecto al precio del grano a futuro, en ocasiones el exceso de demanda pueda que le aporte precios favorables para el producto, en cambio en tiempos de escasez puede que genere precios exorbitantes.

Por lo que se apreció en los dos ejemplos anteriores, se puede decir que tanto el agricultor como el comerciante deberían ponerse de acuerdo en mayo o antes, para acordar un precio para el grano que el agricultor estime que se cosechará en junio.

Lo que se recomienda en estos casos, es que ellos negocien un contrato de futuros.

El objeto de los comerciantes es llenar sus expectativas de consumo, y el objetivo del agricultor es no tener inventario en exceso.

3.4.2 Principales entidades encargadas de los mercados de futuros.

A nivel de historia, la primera entidad encargada de servir como intermediario entre agricultores y comerciantes fue el Chicago Board of Trade (CBOT), la misma que fue fundada en 1848.



Su objetivo principal fue la de estandarizar las cantidades y calidades de los cereales que se comercializaban. Luego de unos años se produjo el primer contrato de futuros, el mismo que fue acogido como instrumento de especulación, mas no como una forma de comercio de los granos.

En la actualidad el Chicago Board of Trade ofrece contratos a futuros de activos subyacentes como lo son: avena, soya, harina de soya, trigo, entre otros.

Luego se creó en 1874 el Chicago Mercantile Exchange (CME), donde se dió lugar a un mercado central de mantequillas, huevos, aves, entre otros productos agrícolas.

En 1972 se fundó el International Monetary Market (IMM), como una división del Chicago Mercantile Exchange, para procesar contratos de futuros en divisas.

Existen otros mercados de futuros en el mundo, nombraremos los principales:

- ◆ New York Futures Exchange (NYFE).
- ◆ Chicago Rice and Cotton Exchange (CRCE).
- ◆ London International Financial Futures Exchange (LIFFE).
- ◆ Toronto Futures Exchange (TFE).
- ◆ Singapore International Monetary Exchange (SIMEX).

La mayor parte de los contratos que se realizan en estas entidades pueden clasificarse como contratos de futuros sobre productos, en los que se refiere a productos, o como contratos de futuros sobre activo subyacente financieros, en los que se refieren a activos financieros como una obligación, o una cartera de acciones.

3.4.3 Evolución de los mercados de las opciones.

Los contratos de opciones llevan menos tiempo negociándose en bolsa que los contratos a futuros, no obstante han tenido gran éxito entre los inversores.

Las primeras transacciones de opciones de compra y venta tuvieron lugar en Europa y Estados Unidos en el siglo XVIII. En sus principios, no gozó de buena reputación debido a ciertas prácticas fraudulentas. Una de ellas consistía en regalar a agentes (brokers) opciones sobre acciones de ciertas empresas, de esa forma se les incentivaba a recomendar la compra de tales acciones a sus clientes.

Existen básicamente dos tipos de opciones: de compra y de venta (call y put).

Una opción es un acuerdo entre comprador (propietario o tenedor) y un vendedor (emisor) que, tras el pago de una retribución, da al comprador el derecho mas no la obligación de comprar (call) o vender (put) un activo en una fecha determinada o antes de ella.

El precio contractual se llama precio de ejercicio (strike price), y la fecha de finalización o vencimiento del contrato se denomina (expiration date, exercise date o maturity).

La manera más fácil de entender esta definición es desglosarla en sus componentes y observar cada uno de ellos por separados.



El propietario o tenedor de una opción ha comprado el derecho comprar o vender acciones del activo subyacente. El emisor de una opción está en la parte contraria de esta transacción y es quien ha vendido el derecho. A partir de ese momento tiene la obligación de satisfacer el derecho del propietario y debe por tanto comprar o vender el activo subyacente si aquel ejerce la opción.

El propietario tiene el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender: el propietario puede elegir lo que quiera hacer con la opción. El vendedor no tiene derechos, sino que tiene una obligación y debe esperar a ver que quiere hacer el propietario con su opción. Si el propietario ejerce el derecho de comprar o vender las acciones, el emisor debe vendérselas o comprárselas.

Hay que señalar que las opciones europeas solo pueden ser ejercitadas en la fecha de vencimiento, mientras que una opción americana, puede ser ejercitada en cualquier momento hasta su fecha de vencimiento incluida.



Existen cuatro tipos de participantes en los mercados de opciones:

1. Una posición larga en una opción de compra o comprar una opción de compra.
2. Una posición corta en una opción de compra o vender una opción de compra.
3. Una posición larga en una opción de venta o la compra de una opción de venta.
4. Una posición corta en una opción de venta o la venta de una opción de venta.

Los primeros contratos con opciones de compra y de venta tuvieron su origen en Europa y Estados Unidos en el siglo XVIII.

Al principio del siglo XX se fundan la Asociación de Agentes y Dealers de Opciones de Compra y Venta, su misión era la de proporcionar un sistema para poder relacionar y acercar a vendedores y a compradores.

Las opciones se diferencian de los futuros en que en las opciones se otorga a su dueño el derecho más no la obligación de ejercer ese derecho. El dueño de un contrato de futuros a largo plazo está comprometido a comprar un activo a cierto precio y en una fecha determinada. Mientras que el dueño de una opción de compra, tiene la opción de decidir sobre la compra del activo, a un cierto precio, en una fecha dada en el futuro.

3.4.4. Principales entidades encargadas de los mercados de opciones.

Los mercados de opciones sobre acciones se fundaron en su mayor parte en estados Unidos a mediados de la década de los setenta. El mayor mercado de opciones sobre acciones hoy por hoy es el **Chicago Board Options Exchange (CBOE)**. Además de los siguientes:

- ◆ American Stock Exchange
- ◆ Philadelphia Stock Exchange
- ◆ Pacific Stock Exchange

También existen mercados organizados en otros países como son los siguientes:

- ◆ Londres (LIFFE / LTOM)
- ◆ Paris (MONEP)
- ◆ Frankfurt (DTB)

Tanto el mercado de Opciones como los de Futuros han tenido un gran éxito, un motivo es que han atraído operadores muy diversos entre los cuales destacan a los que hacen:

- ◆ Operaciones de cobertura.
- ◆ Especulación.
- ◆ Operaciones de arbitraje.

3.5 Otros Conceptos Básicos.

3.5.1 Especuladores.

Pasaremos ahora a considerar como los mercados de opciones y futuros pueden ser utilizados para la especulación. Las operaciones de cobertura pretenden evitar la exposición a movimientos adversos de los precios de un activo.



Los especuladores actúan tomando posiciones en el mercado. Tales posiciones suponen una apuesta, bien de que el precio irá al alza o de que irá a la baja.

3.5.2 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 solo los servicios entre los que hay que elegir, si no 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 dependen del cargo que se le aplique.

Los mismos que ofrecen tres servicios.

◆ Discrecionales.

El inversor cede al broker todas las decisiones sobre la inversión y normalmente no será consultado.

◆ **Asesoramiento.**

Para aquellos inversores que desean mantener el control de sus inversiones, pero que no quieren llevar a cabo la investigación sobre donde y que comprar o vender. Recibirían asesoramiento de sus brokers, pero la decisión final será del inversor.

◆ **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 solo ejecutará en el mercado las órdenes que reciba del inversor.

3.5.3 Arbitristas.

Los arbitristas constituyen un tercer grupo importante de participaciones en los mercados de opciones y futuros. El arbitraje supone la obtención de un beneficio libre de riesgo por medio de transacciones simultáneas en dos o más mercados.

3.6 Análisis de opciones.

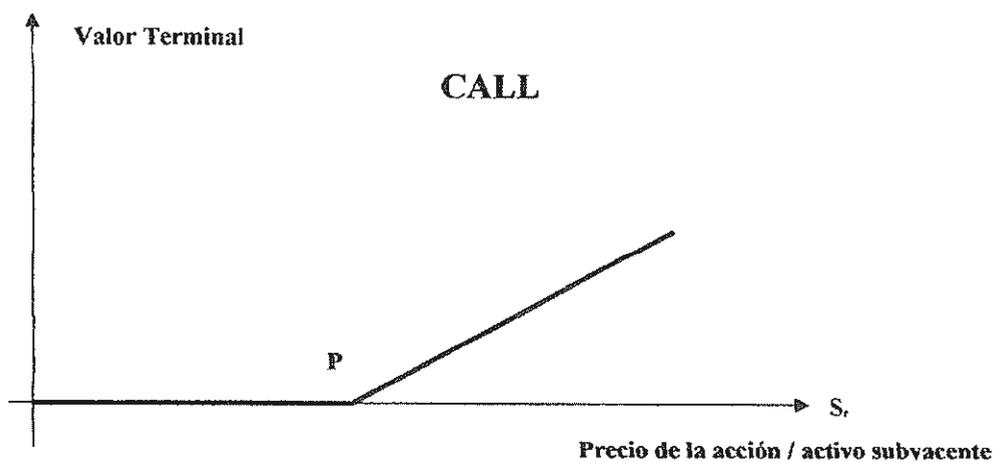
Existen dos tipos de opciones, las mismas que mencionaremos continuación:

3.6.1 Opciones de compra (Opción call).

Una opción de compra da a su propietario el derecho de comprar acciones del activo subyacente en el caso de que la opción se ejerza. El emisor de una opción de compra no tiene el derecho alguno, pero esta obligado a vender (entregar) las acciones si el propietario ejerce su opción.

GRAFICO 3.1

OPCIONES DE COMPRA (OPCIÓN CALL).



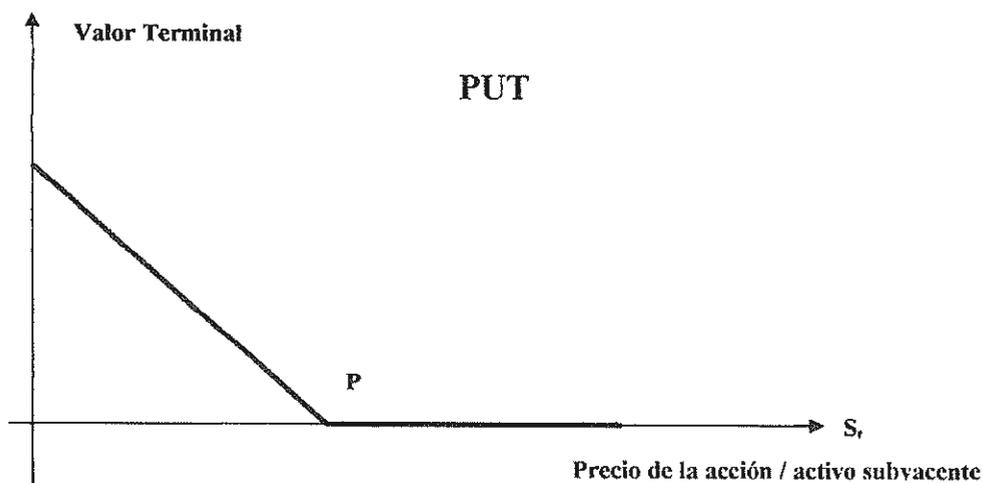
Supongamos que una acción está hoy a \$100. El comprador de un *call* a 105 gana dinero si la acción *sube* de precio por encima de \$105, porque puede comprarla a \$105 gracias a la opción y luego venderla al precio del mercado.

3.6.2 Opciones de venta (Opción put).

Una opción de venta da al propietario el derecho de vender acciones al activo subyacente en el caso de que la opción se ejerza. El emisor de una opción de venta tampoco tiene el derecho alguno, pero está obligado a comprar (tomar) las acciones del propietario, si la opción se ejerce.

GRAFICO 3.2

OPCIONES DE VENTA (OPCIÓN PUT).



Con el mismo ejemplo anterior, una acción esta a \$100, el comprador de un *put* a \$105 gana dinero si la acción *baja* de precio por debajo de \$105, porque puede comprarla por debajo de \$105 en el mercado y luego venderla a \$105 gracias a la opción.

Esta terminología (*call* / *put*) apareció inicialmente en el mercado de opciones sobre acciones, en el que estaba muy claro que las opciones daban el derecho a comprar acciones (*call*) o venderse acciones (*put*).

En general cualquiera que sea su mecanismo una opción será un ***call*** cuando su poseedor gana si el subyacente ***sube***, y un ***put*** cuando su poseedor gana si el subyacente ***baja***.

Terminología.

Activo subyacente.

Un activo es el valor en el que se basa la opción. Normalmente se llama **activo subyacente**.

Para comprender la idea básica, representaremos con un ejemplo lo que se refiere a una opción. Nos apartaremos de los valores y las acciones por un momento para acercarnos a algo con lo que todos estamos relacionados hoy en día; la compra de un carro.



Un inversor decide que quiere comprar un carro nuevo. Acude a un garaje y, después de considerarlo minuciosamente, entrega un depósito sobre el carro. El depósito especifica que va a comprar el carro, o varios carros, cuanto tiempo es válido. Una vez pagado su depósito, el inversor se ha asegurado el precio de compra del coche, independientemente de lo que pueda pasar a partir de entonces en el mercado de carros o en la economía. Con este depósito el inversor puede hacer dos cosas:

1. Puede hacer uso de él y comprar el carro.
2. Puede no hacer nada y perder el depósito.

El depósito que le da el derecho a la compra del coche es lo mismo que una opción sobre acciones de una empresa. Una opción es simplemente un método para asegurarse un precio de compra o de venta de unas acciones.

Después de considerarlo minuciosamente, un inversor decide que quiere comprar una opción.

Acude a su broker y le da la orden. El precio dependerá del tipo de opción de que se trate, y del precio de compra o de venta que con ella se asegure.

En cada opción se especifica de que tipo de opción se trata (para comprar o vender acciones); sobre que cantidad de acciones (las especificaciones del contrato); el nombre y el tipo de acciones (el activo subyacente); el precio de compra o precio de venta (el precio del ejercicio-strike price); el monto del deposito (coste o prima de la opción) y finalmente, por cuanto tiempo es valida la opción (su fecha de vencimiento).

Una vez que la ha comprado, el propietario de una opción puede hacer con ella lo mismo que podía hacer el inversor con el deposito del coche.

1. Puede hacer uso del depósito y comprar las acciones (lo que se conoce como *ejercer la opción*).
2. Puede no hacer nada y perder su deposito (lo que se conoce como abandonar la opción).

No obstante, una opción es un activo en si misma, y puede comprarse y venderse en el mercado en cualquier momento de su vida. El precio de la opción fluctuará según suba o baje el precio del activo subyacente (las acciones sobre (las que se basa la opción). Esto quiere decir que el propietario de una opción tiene una tercera posibilidad; vender la opción en el mercado para obtener unos beneficios.

La mayoría de los inversores compran y venden sus opciones en el mercado, en vez de ejercerlas o abandonarlas.

La compra-venta de opciones es una transacción sin certificados. Los registros de las empresas no extienden certificados alguno. En su lugar, la prueba de propiedad es a través de un contrato emitido por los brokers (figura 3.3). Además, la propiedad queda registrada en la cámara de compensación de Londres.

GRAFICO 3.3

MODELO DE CONTRATO DE COMPRA

De acuerdo con las normas e instrucciones del Mercado Internacional de Futuros y Opciones de Londres (LIFFE)

Referencia cliente:
Fecha Valor:

Código fiscal:
Fecha liquidación:

Gracias por sus instrucciones, de acuerdo con las cuales le hemos vendido a usted
Opciones CALL / 550 / ENE 94 sobre acciones de BOOTS CO.

Usted ha comprado

Hora	Cantidad	Precio	Importe
09 38	5	7	350,00
		Importe	350,00
		Comisión	20,00
		IVA 17,5%	no
		Gastos de contrato	7,50
		Total	377,50

Fecha de vencimiento.

Las opciones tienen una fecha determinada o antes de ella. Además tienen una vida limitada. La vida máxima de una opción sobre un activo es de nueve meses a partir de la fecha de su introducción. Cuando las opciones se introducen por primera vez, se las coloca en uno de los tres ciclos de vencimiento existentes.

El ciclo en el que se las coloque dependerá de cuando los resultados de la empresa deban anunciarse. Estos son los tres ciclos:

GRAFICO 3.4

LOS TRES CICLOS DE LA FECHA DE VENCIMIENTO

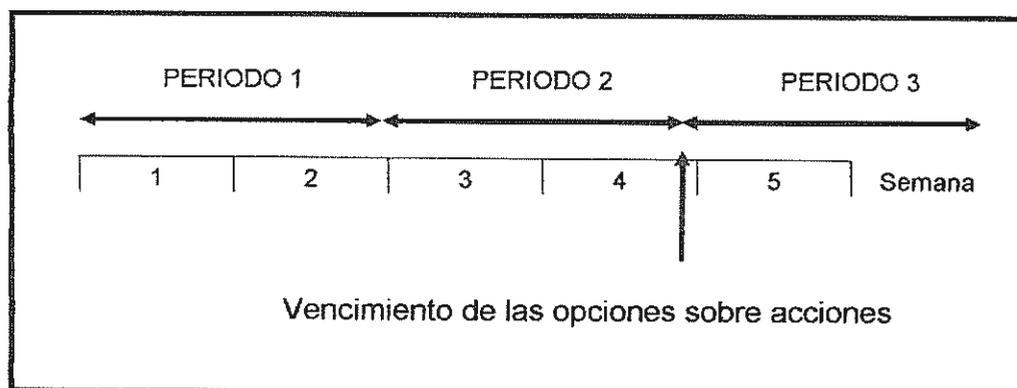
1. ENERO	ABRIL	JULIO	OCTUBRE
2. FEBRERO	MAYO	AGOSTO	NOVIEMBRE
3. MARZO	JUNIO	SEPTIEMBRE	DICIEMBRE

Los tres meses de vencimiento más cercanos, dentro de cada ciclo, están siempre vigentes.

Una vez ha pasado la fecha de vencimiento mas cercana se introduce la siguiente en la secuencia para mantener tres fechas de vencimiento, en tres intervalos de tres meses, en cada ciclo.

La fecha de vencimiento de una opción es el último miércoles del último periodo completo de cierre de cuentas de la Bolsa del mes de vencimiento. Ver gráfico 3.4.

GRAFICO 3.5

FECHA DE VENCIMIENTO DE LAS OPCIONES SOBRE ACCIONES**3.6.3 Tipos de opciones.****3.6.3.1 Opciones europeas y americanas.**

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

3.6.3.2 Opción europea.

Es la opción en la cual puede ser ejercida únicamente en una sola fecha, su fecha de vencimiento.

3.6.3.3 Opción americana.

En esta opción el derecho puede ejercerse en cualquier fecha hasta su fecha de vencimiento. (A veces tan solo en una serie de fechas determinada).

Precio específico (strike price).

El **precio específico** es el precio al que el propietario de una opción puede comprar o vender las acciones del activo subyacente en caso de que la ejerza, y se lo conoce también como precio de ejercicio (**strike price**). Estos precios los establece el mercado según una tabla fija (ver gráfico 3.5) según el precio de las acciones del activo subyacente.

GRAFICO 3.6

PRECIOS DE EJERCICIO

50	140	330	700	1150
60	160	360	750	1200
70	180	390	800	1250
80	200	420	850	1300
90	220	450	900	1350
100	240	480	950	1400
110	260	510	1000	1450
120	280	540	1050	1500
130	300	570	1100	1550



Cuando una opción se introduce en el mercado, tanto si es porque ha vencido una vieja opción como si se introduce por primera vez, siempre habrá dos precios de ejercicio encima y debajo del precio de mercado de las acciones. Además, si el precio del activo financiero es el mismo o cercano a un precio de ejercicio, este precio de ejercicio se introducirá con los dos siguientes precios de ejercicio en la secuencias superior o inferior.

Durante la vida de una opción puede ser necesario introducir nuevos precios de ejercicios si el precio del activo subyacente sube o baja. Si el precio de mercado del activo subyacente cae por debajo del segundo precio de ejercicio mas bajo o sube por encima del segundo precio de ejercicio más alto, se introducirá el siguiente precio de ejercicio de la tabla de precios

Ver Gráfico 3.5.

La retribución.

La retribución es el coste de la opción y se conoce como la prima. Las primas para las opciones sobre acciones en el Reino Unido se expresan en peniques por acción.



La prima.

La prima es lo que paga el comprador (propietario) al vendedor (emisor). Representa la máxima pérdida para el comprador (propietario) y el máximo beneficio para el vendedor (emisor). En otras palabras es el precio de la opción.

Los contratos.

La compra-venta de opciones se realiza mediante **contratos**, y a cada uno de ellos se hace normalmente sobre 100 acciones. Para determinar el coste de un contrato, la prima se multiplica por el volumen del contrato (24 peniques x 100 = 240 libras). La negociación solo se permite en contratos completos, no se permiten las fracciones de contratos.

Al describir las opciones, normalmente se incluyen cuatro tipos de información

1. El activo subyacente.
2. La fecha de vencimiento.
3. El precio de ejercicio.
4. El tipo de acción (call o put).

Por ejemplo «ABC Ene 390 call». Esta información y esta descripción se conocen como **series**.

Todas las opciones con el mismo activo subyacente, la misma fecha de vencimiento, el mismo precio de ejercicio y que sean de la misma clase pertenecen a la misma serie.

Compra de apertura.

Un inversor que abre o amplía su posición comprando opciones está haciendo una compra de apertura y se convierte en el propietario de las opciones.

Venta de cierre.

Cuando vende algunas o todas sus opciones, está cerrando su posición y esta haciendo una venta de cierre.

Venta de apertura.

Un inversor que abre o amplía su posición vendiendo opciones esta haciendo una venta de apertura y se convierte en el emisor de opciones.

Compra de cierre.

Cuando compra algunas o todas las opciones que ha emitido, dejando de esta manera sin efecto sus obligaciones, esta haciendo una compra de cierre.

En el ejemplo se describe la manera de como funciona una opción de compra.

A mediados de agosto un inversor compra una opción **NOV 460 call** sobre las acciones de ABC por 8 peniques (p). Sin tener en cuenta las comisiones, la opción costará 80 libras (8p por acción x 1000, ya que normalmente hay 1000 acciones por contrato).

Esto le da al inversor el derecho, si lo desea de comprar 1000 acciones de ABC a 460. El inversor puede hacer esta compra en cualquier momento antes de la fecha de vencimiento de noviembre. Si el valor de las acciones de ABC sube antes de noviembre, pongamos el caso hasta 490, el derecho de comprar a 460 (el precio de ejercicio) tendrá un valor de por lo menos 30 (la diferencia entre el precio de ejercicio de la opción y el precio de las acciones en el mercado).

El inversor tiene ahora dos posibilidades:

1. Si el inversor decide ejercer su opción, puede comprar las acciones a 460 (precio del ejercicio) y venderlas inmediatamente en la Bolsa a 490. Esto va a significar una ganancia inmediata de 220 libras, sin contar las cargas de comisión.

Precio de Ejercicio	460
Coste de la opción	8
Precio de compra de una acción	<u>468</u>
Precio de venta en el mercado	490
Ganancias	<u>22 por acción x 1000</u>



2. Si el inversor vende su opción en el mercado, su precio será por lo menos 30, o quizás mas, pongamos por caso 34. (Siendo el precio de mercado de las acciones de ABC 390, el derecho de comprarlas a 360 tiene un valor mínimo de 30.) Al vender la opción en el mercado, el inversor obtendrá unos beneficios de 260 libras, sin incluir las cargas de comisión.

Coste de opción	8
Precio de venta de la opción	34
Ganancias	<u>26 por acción x 1000</u>



Con la compra-venta de opciones se han obtenido unos beneficios de 260 liras a partir de un desembolso inicial de 80 liras, lo que significa una ganancia del 325 por ciento. En este ejemplo se da una breve descripción de una opción y la terminología utilizada.

Una observación acerca de los precios de las opciones es de que se las publican diariamente en todos los periódicos de calidad, como el *Financial Times*.



3.6.4 Posiciones en opciones.

En cada contrato de opciones existen dos partes, en una está el inversor que por lo general toma una posición larga (es decir compra la opción), y en la otra parte está el emisor que toma la posición corta (es decir vende la opción).



Como ya mencionamos en la introducción de este capítulo, existen cuatro posiciones de base posible con respecto a opciones:

1. Una posición larga en una opción de compra o comprar una opción de compra.
2. Una posición corta en una opción de compra o vender una opción de compra.



3. Una posición larga en una opción de venta o la compra de una opción de venta.

4. Una posición corta en una opción de venta o la venta de una opción de venta.

3.6.4.1 Diferentes tipos de activos utilizados en las opciones.

Las opciones en su gran mayoría abarcan las siguientes transacciones sobre activos:

3.6.4.1.1 Opción de compra o venta de un activo.

Esta transacción da el derecho a comprar o vender algún bien a un precio determinado (o precio del ejercicio), en una fecha determinada, el activo subyacente sobre el que funciona, como, acciones, bonos, oro, edificios, materias primas y hoy por hoy se ha desarrollado sobre las mismas opciones y futuros.

3.6.4.1.2 Opciones sobre una transacción.

Esta transacción no es otra cosa que dar el derecho a efectuar una transacción determinada dentro de un periodo de tiempo determinado. Como por ejemplo, las opciones sobre un swap.

3.6.4.1.3 Opciones liquidadas en metálico.

En este caso se trata de contratos de opciones que están relacionados con índices bursátiles.

3.6.4.1.4 Opciones sobre divisas.

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

3.6.5 Transacciones básicas.

Existen una gran variedad de transacciones y estrategias con las opciones. En las que destacamos las más principales como son:

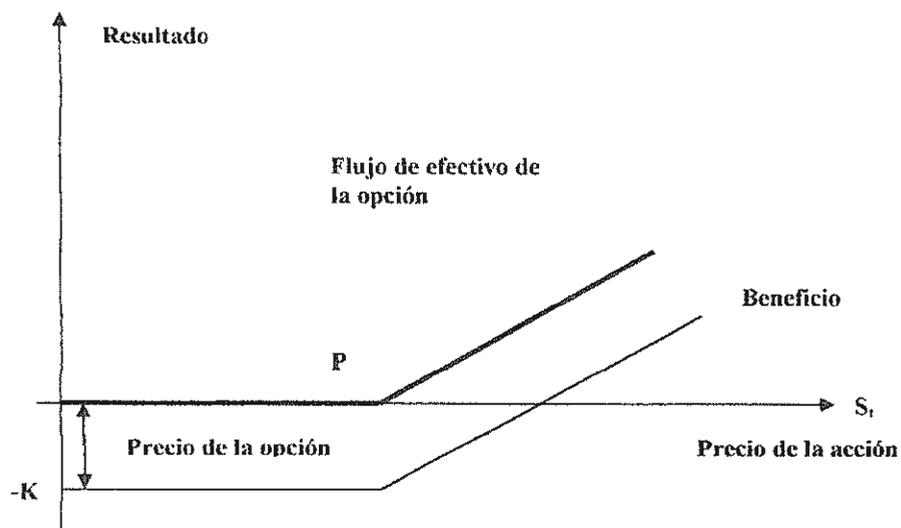
3.6.5.1 Compra de opciones de compra (LONG CALLS).

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

Si el precio de ejercicio es P , cada vez que el precio de la acción S_t suba por encima de P obtendremos un beneficio si ejerce la opción. Caso contrario, es decir, cuando el precio de la acción S_t desciende por debajo de P no se ejerce la opción, en este caso se habrá perdido el valor de la prima, es decir el coste de la opción K . Para un inversor de este tipo de opciones, las utilidades pueden ser muy grandes y las perdidas solo el coste de la opción de compra.

GRAFICO 3.7

PERFIL DE RIESGO DE LA COMPRA DE OPCIONES DE COMPRA (LONG CALLS).



Ventajas de un call larga.

♦ Pérdidas limitadas.

La máxima pérdida en una posición call larga esta limitada a la prima pagada por la opción.

♦ Ganancia ilimitada.

Los beneficios potenciales de una call larga son ilimitados, ya que el precio del activo subyacente puede subir tanto como lo permita el mercado.

♦ Inversión limitada.

La prima pagada por la opción es una fracción de lo que costaría adquirir el control de la misma cantidad de acciones, lo que permite que el resto pueda invertirse en otra parte.

♦ Efecto apalancamiento (Gearing).

Es posible obtener considerables beneficios con la prima gracias a un relativamente pequeño movimiento del precio del activo subyacente.

Inconvenientes.

♦ El tiempo.

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

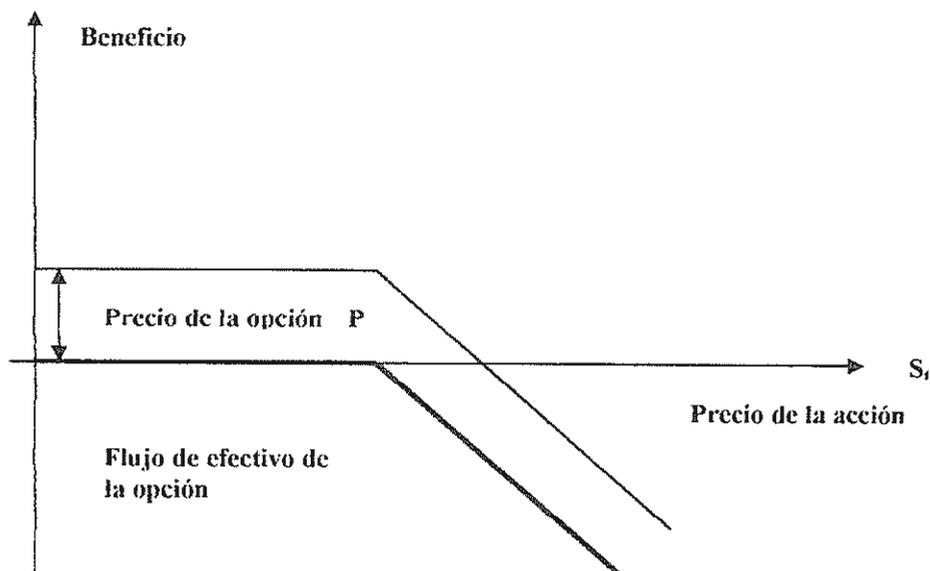
3.6.5.2 Emisión de opciones de compra (SHORT CALLS).

El emisor de una opción de compra está obligado a vender o entregar el activo subyacente si así se le exige. Las opciones de compra se emiten generalmente ante de que el precio del activo subyacente permanecerá estable o bajara ligeramente. Ello dará como resultado que el comprador de la opción no querrá ejercerla, lo que permitirá al emisor quedarse con la prima recibida. Esta prima representa el máximo beneficio que puede conseguir el emisor.

En el caso de venta de una opción de compra, es útil caracterizarla en términos del valor final o pago al inversor al vencimiento, el coste inicial no está incluido en el cálculo. Si el precio de ejercicio es P y el precio final del activo subyacente es S_t el rendimiento de la venta de una opción europea de compra: $S_t - P$.

GRAFICO 3.8

PERFIL DE RIESGO DE LA EMISIÓN DE OPCIONES DE COMPRA
(SHORT CALLS)



Ventajas de un call corta.

- ◆ **La prima percibida.**

La prima percibida genera ingresos y ganancias.

- ◆ **El tiempo.**

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

Inconvenientes.

♦ Ejercicio.

La opción puede ejercerse contra el emisor, obligándole a vender el activo subyacente a un precio inferior al del mercado.

♦ Pérdidas ilimitadas.

Si el precio del activo subyacente sube por encima del punto de equilibrio, el emisor de una opción de compra se enfrenta a unas pérdidas potencialmente ilimitadas.

3.6.5.3 Compra de opciones de venta (LONG PUTS).

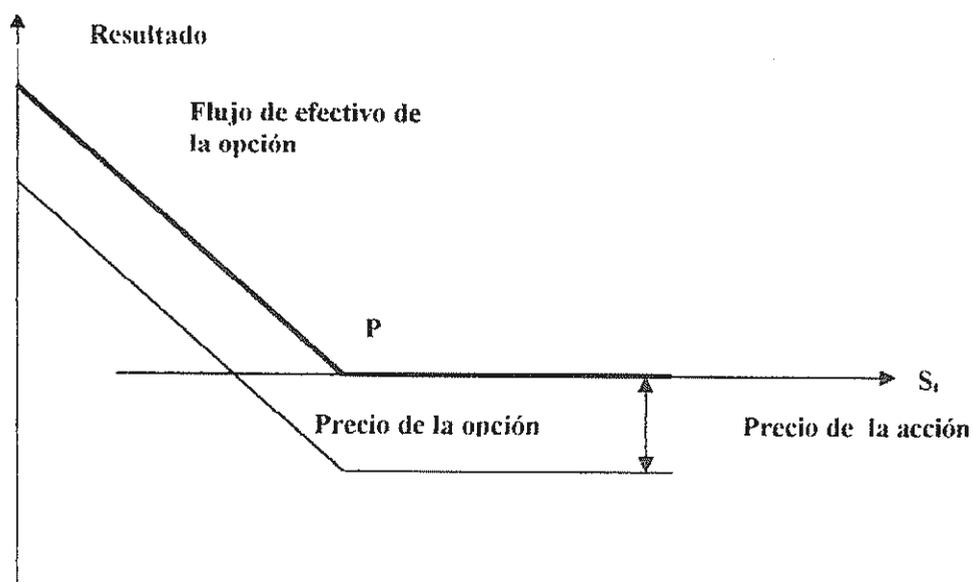
Las opciones de venta permiten al propietario vender el activo subyacente si lo desea, y normalmente se compran ante la expectativa de una caída sustancial del precio del activo subyacente. La caída del valor del activo subyacente resultara en un aumento del valor de la opción. Una vez que la opción ha aumentado, se puede ejercer y vender las acciones o puede venderse la opción para obtener beneficios.



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

GRAFICO 3.9

PERFIL DE RIESGO DE LA COMPRA DE OPCIONES DE VENTA (LONG PUTS).



Ventaja de una put larga.

- ◆ **Ganancias en un mercado a la baja.**

Una opción de venta permite al inversor beneficiarse de un mercado a la baja sin vender las acciones.

- ◆ **Pérdidas limitadas.**

Las pérdidas máximas con la compra de una opción de venta se limitan a la prima pagada.

- ◆ **Ganancias ilimitadas.**

Las potenciales ganancias están limitadas solo por el hecho de que el precio mas bajo del activo subyacente puede ser cero.

- ◆ **Efecto apalancamiento (*Gearing*).**

Es posible obtener ganancias considerables por una relativamente pequeña caída del activo subyacente.

Inconvenientes.

- ◆ **Tiempo.**

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

3.6.5.4 Emisión de opciones de venta (SHORT PUTS).

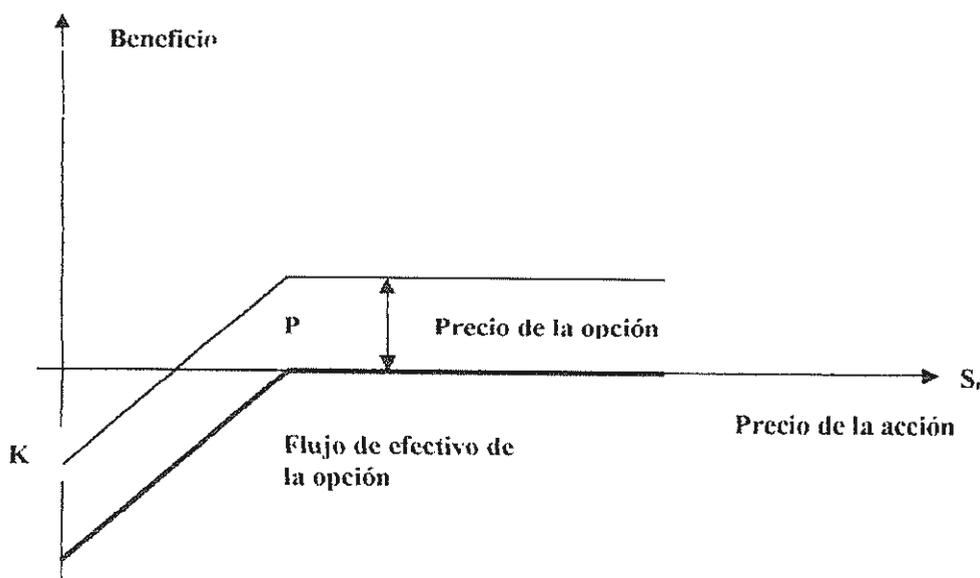
Las opciones de venta se emiten normalmente ante la expectativa de que el activo subyacente permanecerá estable o va a aumentar ligeramente. Ello va a permitir al emisor retener como beneficio la prima percibida, ya que el propietario no deseara ejercer su opción.

En el caso de una venta de una opción de venta se ve reflejada en la resta mínima entre el precio del activo subyacente en el instante 1 y el precio del ejercicio establecido en el contrato de opciones:

$$\max (P - S_t, 0) = \min (S_t - P, 0)$$

GRAFICO 3.10

PERFIL DE RIESGO DE LA EMISIÓN DE OPCIONES DE VENTA (SHORT PUTS)



Ventajas de una put corta.

- ◆ **Prima percibida.**

La prima percibida genera ingresos adicionales.

- ◆ **Tiempo.**

El paso del tiempo actúa a favor del emisor.

Inconvenientes.

- ◆ **Pérdidas ilimitadas.**

Las posibles pérdidas de la emisión de una opción de venta son ilimitadas en caso de que caiga el precio del activo subyacente.

- ◆ **Ejercicio.**

Al ser ejercida una opción de venta, el emisor se ve obligado a comprar las acciones a un precio superior al del mercado.

3.6.6 Determinación del precio de las opciones.

En esta parte de la tesis, hablaremos de los factores que determinan los precios de las opciones sobre acciones.

Uno de los puntos más importantes cuando se estudian las opciones, es el de su valuación. Como ya se había mencionado, el precio de una opción es aquel que fue negociado entre su comprador y su vendedor; en otras palabras, es determinado por las leyes del mercado.

Sin embargo, para poder comprender el funcionamiento de las opciones y así tomar posiciones adecuadas, se necesitan conocer los factores que determinan su precio.

Dicho de otra manera, además de interesarnos de que depende la demanda y la oferta de cualquier bien (el café por ejemplo), también nos interesa saber de que depende el precio de la opción.

En la introducción de la presente tesis vimos que existen diversos factores que influyen y determinan los precios de las opciones sobre acciones, los mismos que detallaremos de manera exhaustiva a continuación.

3.6.6.1 Factores determinantes de los precios de las opciones.

Existen seis factores que determinan el precio de una opción sobre acciones:

1. Precio de las acciones (**S**).
2. Precio de ejercicio (**K**).
3. Tiempo hasta el vencimiento (**t**).
4. Volatilidad (**σ**).
5. Dividendos (**d**).
6. Tipos de interés (**r**).

3.6.6.1.1 Valor intrínseco.

Las dos primeras variables (precio de las acciones y precio de ejercicio) determinan el valor intrínseco y el valor temporal. La prima o el coste de una opción vienen determinada a partir de dos componentes, el valor intrínseco y el valor temporal.

$$\text{PRIMA} = \text{VALOR INTRINSICO} + \text{VALOR TEMPORAL}$$

Et valor intrínseco es el valor real o tangible de una opción.

Para este análisis lo ilustraremos con un ejemplo.

Activo subyacente: 345. Opción: 345 Ene.330 call. Esto significa tener el derecho de comprar algo que vale 345 por 330 tiene un valor de por lo menos 15. Este es el valor real o intrínstico de una opción.

Precio del activo subyacente - Precio del ejercicio = Valor Intrínstico

$$330 - 330 = 15$$

Valor Intrínstico de una opción *call*.

Para que una opción call tenga valor intrínstico su precio de ejercicio debe estar por debajo del precio del activo subyacente. Esto da al propietario el derecho a comprar el activo subyacente a un precio por debajo del mercado.

Valor Intrínstico = Precio del activo subyacente - Precio del Ejercicio

En general, una opción de compra tiene más importancia cuando el precio de las acciones sube en el mercado y menos valor cuando el precio del ejercicio aumenta.



Valor Intrínstico de una opción put.

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

Valor Intrínstico = Precio del Ejercicio - Precio del activo subyacente

Por lo tanto una opción de venta tiene mayor importancia para su poseedor cuando el precio de las acciones baje, mientras que su importancia desciende cuando el precio de las acciones suba.

Por lo tanto es natural suponer que se dan dependencias con los precios de las acciones y de ejercicio.

3.6.6.1.2 Precio de las acciones y precio de ejercicio.

Si se ejerce en algún momento en el futuro, el resultado de una opción de compra será la cantidad por la cual el precio de las acciones excede del precio de ejercicio. Las opciones de compra, por lo tanto, tienen más valor cuando el precio de las acciones aumenta, y menos valor cuando el precio de ejercicio aumenta.

Para una opción de venta, el resultado de su ejercicio es la cantidad en la cual el precio de ejercicio excede del precio de las acciones. Por lo tanto, en las opciones de venta, sucede lo contrario que en las opciones de compra. Tienen menos valor cuando el precio de (las acciones aumenta y mas valor cuando es el precio de ejercicio el que sube. Las siguientes graficas señalan la forma en la que los precios de las opciones de compra y de venta dependen en general del precio de las acciones y del precio de ejercicio.

GRAFICO 3.11

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE COMPRA CON RESPECTO AL PRECIO DE LAS ACCIONES.

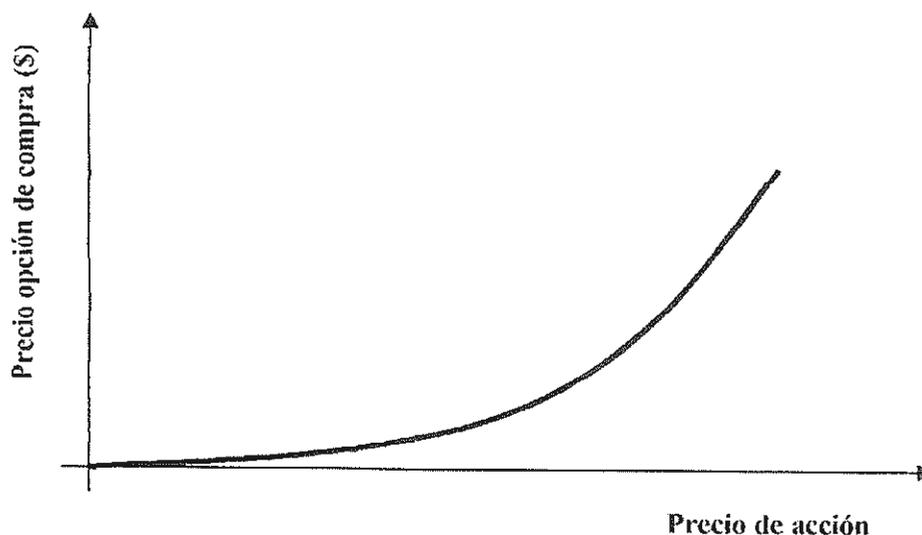


GRAFICO 3.12

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

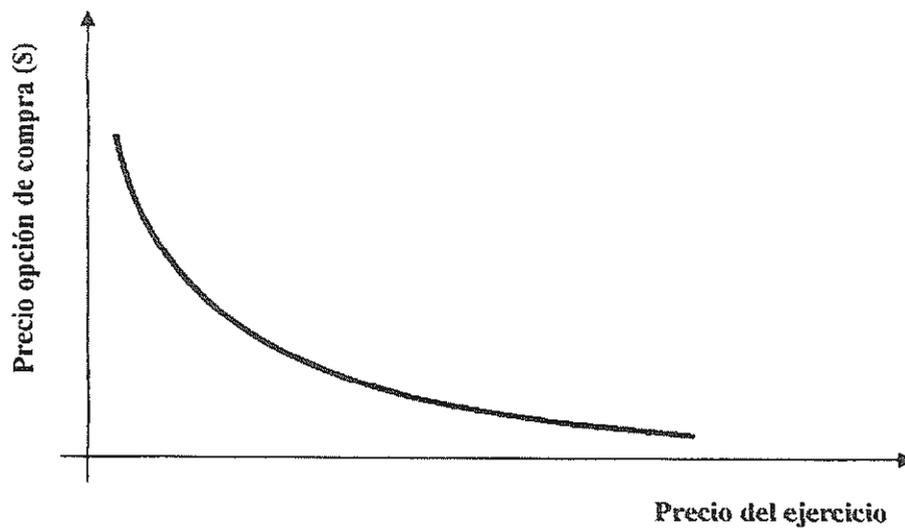


GRAFICO 3.13

DEPENDENCIA DEL PRECIO DE LAS OPCIONES DE VENTA CON
RESPECTO AL PRECIO DE LAS ACCIONES.

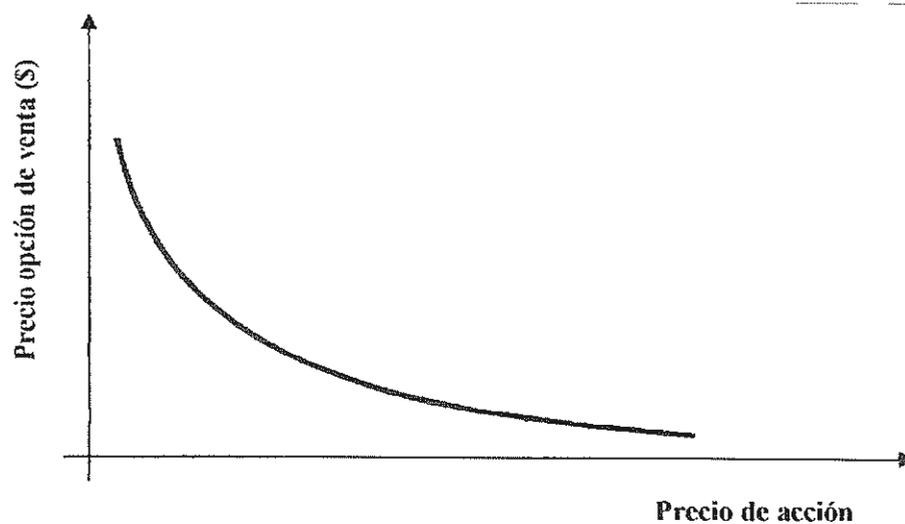
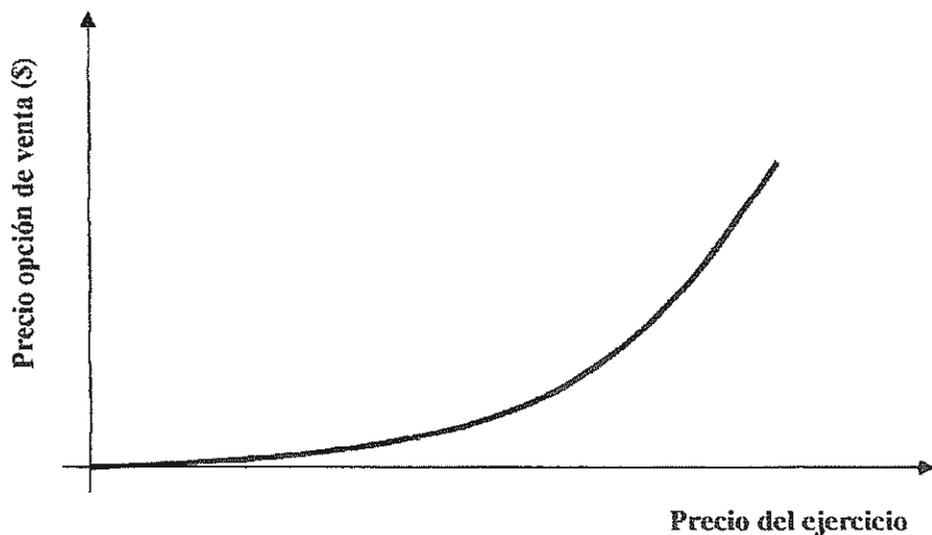


GRAFICO 3.14

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



3.6.6.1.3 Valor temporal.

Si de la prima de una opción sustraemos su valor intrínstico, lo que nos resta se lo conoce como *valor temporal*. El valor temporal representa el tiempo de vida que le resta a una opción y la posibilidad de que antes de su vencimiento haya movimientos de precio del activo subyacente, y consecuentemente, de la prima de la opción. Se puede concluir que cuanto más tiempo falte para que una opción venza, mayor va a ser su valor temporal, ya que es mayor la posibilidad de que haya movimientos de precio en el activo subyacente.

GRAFICO 3.15
VALOR TEMPORAL.

Precio de la acción a 247						
Precio del ejercicio	Opción de compra			Opción de venta		
	Valor Intrínscico	Prima	Valor Temporal	Valor Intrínscico	Prima	Valor Temporal
220	27	33	6	0	3	3
240	7	18	11	0	8	8
260	0	8	8	13	19	6
280	0	4	4	33	36	3

Si analizamos la tabla anterior podemos obtener muchas conclusiones. Se puede ver que la opción de compra 220 tiene un valor intrínscico de 27, que, sustraído de su prima de 33, nos da un valor temporal de 6.

La opción de compra a 240 con un valor intrínscico de 7 deja un valor temporal de 11. Las opciones de 260 y 280 no tienen valor intrínscico, por lo que la totalidad de su valor es temporal.

Por el lado de las opciones de venta, las de 220 y 240 no tienen valor intrínscico, y su prima esta compuesta totalmente de valor temporal. La



opción de venta a 260 tiene un valor intrínstico de 13 y deja un elemento de valor temporal de 6; finalmente, la opción de venta a 280 tiene un valor intrínstico de 33 y deja un valor temporal de 3.

Hay que tener en cuenta que las opciones que tienen valor intrínstico se conocen como dentro de dinero (*in-the-money*).

Las opciones que no tienen valor intrínstico se conocen como opciones fuera de dinero (*out-of-the-money*).

Las opciones con un precio de ejercicio igual al del activo subyacente se conocen como en dinero (*at-the-money*).

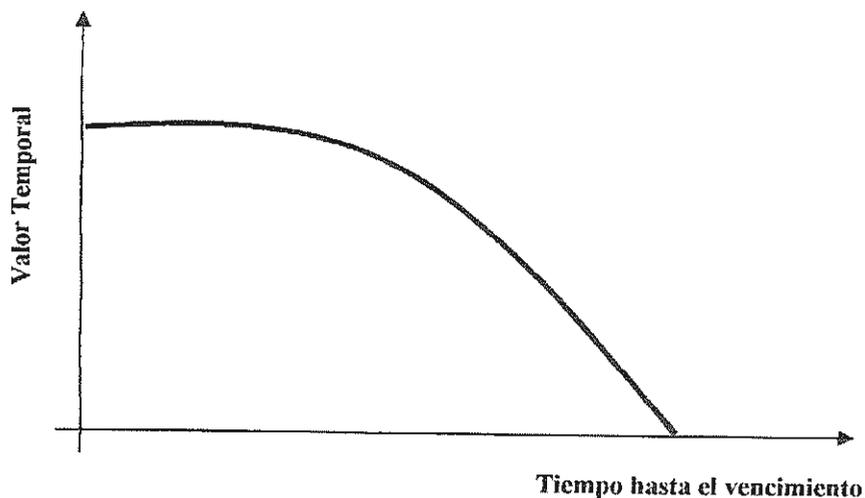
3.6.6.1.4 Tiempo hasta el vencimiento.

A medida que se acerca la fecha de vencimiento, el valor temporal de una opción disminuye.

Por lo que las opciones de compra y venta tienen más valor cuando mayor es el tiempo que falta para el vencimiento.

GRAFICO 3.16

TIEMPO HASTA EL VENCIMIENTO:
DECADENCIA DEL VALOR TEMPORAL



Recordemos que las opciones de compra y venta tienen más valor cuando mayor es el tiempo que falta para el vencimiento siempre y cuando éstas opciones sean americanas, ya que se pueden ejercer a cualquier fecha hasta su vencimiento, mientras que en las opciones europeas no tienen necesariamente más valor cuando el tiempo que falte para el vencimiento es próximo, ya que los propietarios de una opción europea de compra solo la puede ejercer en la fecha de vencimiento de las misma.

A lo largo de la vida de una opción, la prima de una opción que sea *in-the-money* está compuesta por valor intrínstico y valor temporal, y la de una *out-of-the-money* esta compuesta solo por valor temporal. Al vencer, la prima de una opción dentro de dinero consistirá en su valor intrínstico total, y la prima de una opción *out-of-the-money* será cero.

Esto se debe que al vencer no queda tiempo para que una opción gane valor intrínstico, por lo que una opción fuera de dinero no tiene valor.

3.6.6.1.5 Volatilidad.

La volatilidad es una medida del movimiento del precio de una opción de una acción durante un tiempo dado. Cuanto mayor sea el movimiento del precio del activo subyacente, mayor es la posibilidad de que una opción obtenga valor intrínstico y venza estando *out-of-the-money*.

Si un activo subyacente tiene una gran volatilidad, el comprador de una opción puede tener que pagar más por ella que por una opción sobre unas acciones con baja volatilidad.



Existen varias maneras de medir la volatilidad, entre las más conocidas tenemos:

- ◆ **La volatilidad histórica** se fija en el comportamiento del activo subyacente en el pasado. Pero el comportamiento en el pasado no es una garantía para el comportamiento futuro.
- ◆ **La predicción de la volatilidad**, intenta prever lo que pasara en el futuro, la misma que no es una ciencia exacta.
- ◆ **La volatilidad implícita**, es la volatilidad recogida en los precios negociados hoy.
- ◆ **La volatilidad futura**, es la que todo el mundo quiere conocer.

GRAFICO 3.17

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

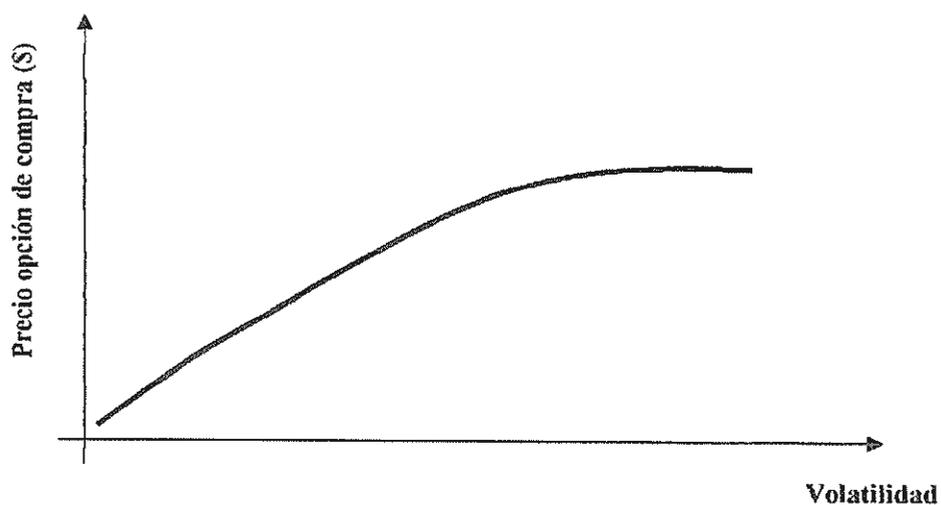
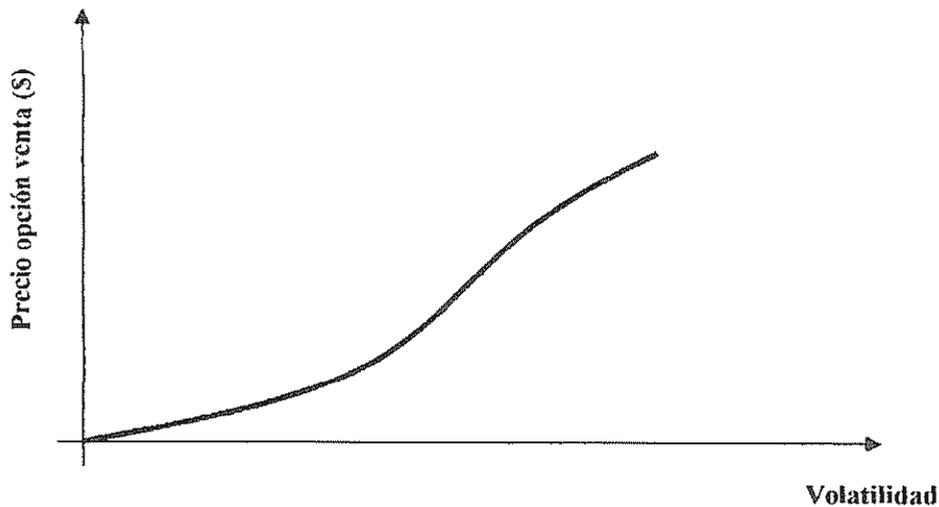


GRAFICO 3.18

COMPORTAMIENTO DEL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE VENTACON RESPECTO A LA VOLATILIDAD**3.6.6.1.6 Dividendos.**

Los dividendos no son otra cosa que la ganancia esperada por un inversor al inicio de una actividad financiera, la misma que tiene el efecto de reducir los precios de las acciones.

Esta reducción va a afectar a las primas de las opciones y va a suponer una reducción de los precios de las opciones call y un aumento de los de las put.



GRAFICO 3.19

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

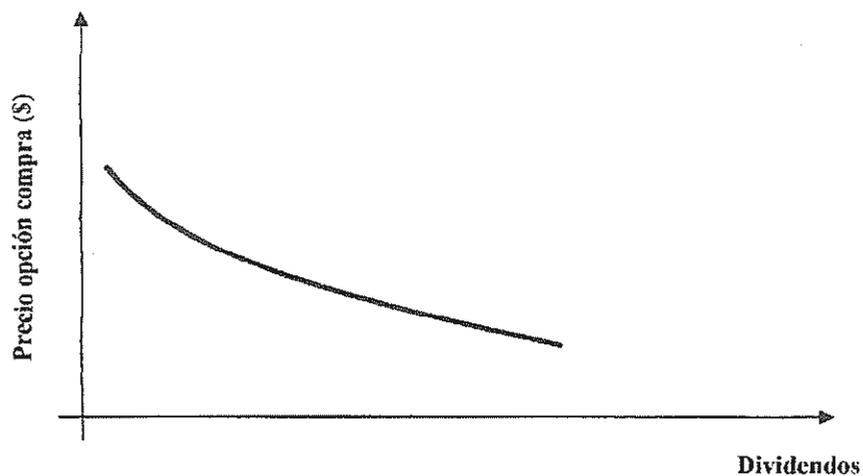
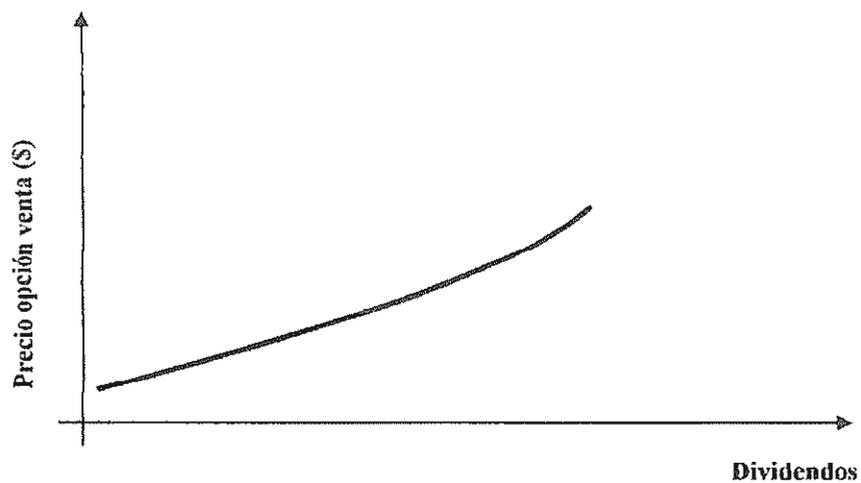


GRAFICO 3.20

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



3.6.6.1.7 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 tipo de interés libre de riesgo afecta directamente al precio de una opción, cuando los tipos de interés aumentan y la tasa del crecimiento esperada de los precios de las acciones aumenta, estos dos efectos tienden a disminuir el valor de una opción de venta. En el caso de las opciones de compra, aumentan su precio cuando el primer efecto aumenta.

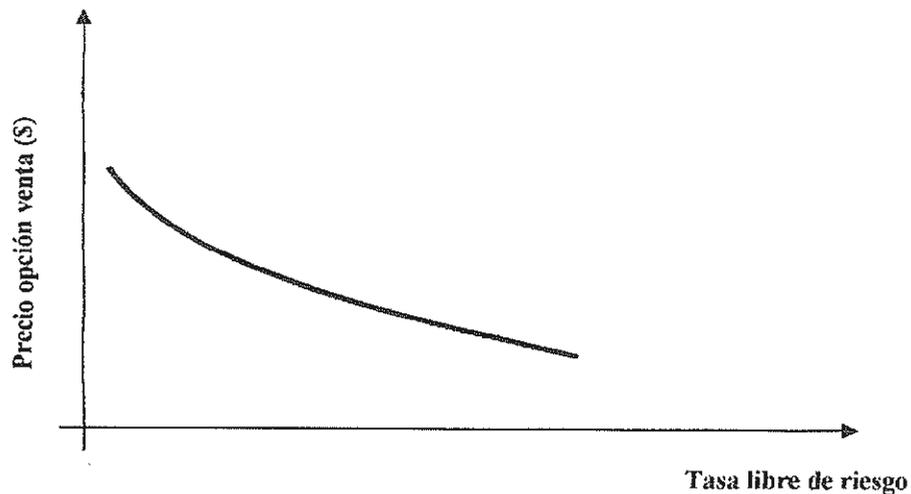
GRAFICO 3.21

EFFECTO DE LA TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CON EL PRECIO DE UNA OPCIÓN DE COMPRA



GRAFICO 3.22

EFFECTO DE LA TASA DE INTERÉS LIBRE DE RIESGO CON EL PRECIO
DE UNA OPCIÓN DE VENTA



En las seis variables que acabamos de tratar, se utilizan junto con un modelo de determinación del precio de opciones, los dos más conocidos son el Modelo de Black-Scholes y el de Cox-Rubenstein, que en los próximos capítulos se va a dar con mayor amplitud.

3.6.7 Límites máximos y mínimos para los precios de las opciones.

En los diferentes mercados financieros donde se ejecutan y tramitan opciones especifican un límite de precio por acción de la que se formulan opciones, en síntesis, vamos a encontrar el límite máximo y mínimo para los precios de las opciones.

Previo al análisis de los límites, definamos la siguiente notación:

S: precio actual de las acciones.

X: precio de ejercicio de una opción.

T: tiempo de expiración de una opción.

S_t: precio de las acciones en el momento T.

r: interés libre de riesgo para inversión que vence en el momento T.

C: valor de una opción de compra americana para comprar una acción.

P: valor de una opción de venta americana para vender una acción.

c: valor de una opción de compra europea para comprar una acción.

p: valor de una opción de venta europea para vender una acción.

3.6.7.1 Límites máximos.

- ♦ Una opción de compra americana o europea da a su propietario el derecho a comprar una acción a un cierto precio. No importa lo que suceda, la opción nunca puede tener más valor que las acciones. De ahí que el precio de las acciones sea un límite máximo para el derecho de la opción, es decir:

$$c \geq S \quad \text{y} \quad C \leq S$$

Si estas relaciones no son correctas, un arbitrista puede fácilmente obtener un beneficio con menos riesgo comprando las acciones y vendiendo la opción de compra.

- ♦ Una opción de venta americana o europea da a su propietario el derecho a vender una acción por X . No importa lo bajo que este el precio de las acciones, la opción nunca puede tener un valor superior a X . De ahí que:

$$p \geq X \quad \text{y} \quad P \leq X$$

Para las opciones europeas, sabemos que en el momento T , la opción puede tener menos valor que X . A ello sigue que ahora debe tener menos valor que el valor actual de X :

$$p \leq X \cdot e^{-r \cdot T}$$

3.6.8 Límite mínimo para opciones de compra sobre acciones que no distribuyen dividendos.

Un límite para el precio de una opción europea de compra sobre acciones que no distribuyen dividendos es:

$$S - X \cdot e^{-r \cdot T}$$

3.6.8.1 Límite mínimo para opciones de venta sobre acciones que no distribuyen dividendos.

El límite mínimo para una opción de venta europea sobre acciones que no generen dividendos está dada por:

$$X \cdot e^{-r \cdot T} - S$$

3.6.9 Límite inferior para opciones de compra y venta.

Tenemos el siguiente caso:

Cartera A: Opción de compra europea mas una cantidad en efectivo

igual a $D + X \cdot e^{-r \cdot T}$.

Cartera B: Una acción.

Por lo que se demuestra que:

$$c > S - D - X \cdot e^{-r \cdot T}$$

También podemos definir las siguientes carteras:

Cartera C: Una opción de venta europea mas una acción.

Cartera D: Una cantidad en efectivo igual a $D + X \cdot e^{-r \cdot T}$

Por lo que se demuestra que:

$$p > D + X \cdot e^{-r \cdot T} - S$$



CAPITULO IV

PROCESOS ESTOCASTICOS Y FORMULA DE BLACK-SCHOLES

4.1 Proceso estocástico y lema de ITO.

Un proceso estocástico es simplemente una variable cuyo valor evoluciona de manera aleatoria en el tiempo. La variable aleatoria puede ser cualquier cosa; el resultado de un juego de azar, el precio de una acción, el número de manchas solares en un día, etc.

De manera analítica un proceso estocástico es una familia de variables aleatorias $\{X(t), t \in T\}$ clasificada mediante un parámetro t que varía en un conjunto índice T .

Una manera de representar un proceso estocástico $\{X(t), t \in T\}$ consiste en especificar la ley de probabilidad conjunta de las n variables aleatorias $X(t_1), X(t_2), \dots, X(t_n)$, se debe conocer la función de distribución conjunta, dada por los números reales X_1, X_2, \dots, X_n por:



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

o bien, la función característica conjunta, dada para todo número real U_1, U_2, \dots, U_n por:

$$\begin{aligned} & \varphi_{x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n)}(u_1, u_2, \dots, u_n) \\ &= E \left[\exp \left(i u_1 X(t_1) + u_2 X(t_2) + \dots + u_n X(t_n) \right) \right] \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left(i (u_1 x_1 + u_2 x_2 + \dots + u_n x_n) \right) dF_{x(t_1), x(t_2), \dots, x(t_n)}(x_1, x_2, \dots, x_n) \end{aligned}$$

Según los valores que pueda tomar la variable estocástica en cuestión, el proceso estocástico puede ser discreto o continuo.

Un proceso de tiempo discreto es aquel cuya variable no cambia constantemente de valor, sino que solo lo hace en ciertos momentos determinados, como por ejemplo una variable de tiempo discreto puede ser un dado, ya que el valor de la puntuación no cambia hasta tirar otra vez el dado.

Mientras que un proceso de tiempo continuo es aquel que varía con respecto al tiempo, por ejemplo el ruido eléctrico que se oye por una radio, la cual consiste en una señal eléctrica que cambia constantemente de amplitud, o como el caso de la temperatura del agua del mar que varía durante todo el día.

En general, los activos financieros suelen seguir procesos de variables discretas, como es el caso del valor de un futuro de eurodólares solo puede variar en múltiplos de un punto base, como podría ser 9305 → 9306 pero nunca 9305.6.

4.1.2 Procesos de Markov.

Un proceso estocástico posee la propiedad de Markov cuando su estado actual es la única variable necesaria para predecir su futuro; su estado anterior y su evolución histórica no afectan a las predicciones sobre su futuro.

La suposición convencional es que los activos financieros siguen procesos de Markov y toda la información que afecta a su precio está contenida en su valor actual; no se podrá realizar predicciones sobre su evaluación ni obtener información adicional sobre la forma de su

distribución de probabilidad basándose en el pasado, el valor actual es la única variable que cuenta.

Solo se puede utilizar la información histórica para obtener información de naturaleza estadística, como la media, la varianza, desviación típica, etc.

4.1.3 Procesos de Gauss-Wiener.

Un proceso de Wiener es un caso especial de procesos estocásticos de importante aplicación en finanzas. Una variable z sigue un proceso de Wiener cuando sus cambios Δz en un pequeño intervalo de tiempo Δt tienen dos propiedades:

1. $\Delta z = \varepsilon \sqrt{\Delta t}$, donde ε es una variable aleatoria con distribución normal, con media cero y varianza uno.
2. Los valores de Δz en dos intervalos de tiempo Δt son independientes, lo que quiere decir que el proceso es un proceso de Markov.



El proceso así obtenido en el límite $\Delta t \rightarrow 0$ es un proceso de Wiener.

La propiedad 1 implica que Δz tiene a su vez una distribución normal con media cero, varianza de Δt , y desviación típica de $\sqrt{\Delta t}$.

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

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

$$\bar{z}(t_2) = \bar{z}(t_1)$$

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

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

Donde σ^2 es la varianza, y σ es la desviación típica de $z(t_2)$.

El resultado proviene de la propiedad de las distribuciones normales según la cual, toda variable que es a su vez la suma de N variables normales independientes Z_i , es a su vez una variable normal cuya varianza es la suma de las varianzas de todas las Z_i , y cuya media es la suma de las medias de todas la Z_i .

Al tomar el límite $\Delta t \rightarrow 0$ 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 uno.

El proceso resultante para una variable x es:

$$dx = a dt + b dz$$

Donde a y b son dos constantes.

El termino **$a dt$** representa la parte determinística de la evolución de X , la misma que corresponde a la tendencia general del movimiento de X .

El otro termino, **$b dz$** , representa la parte aleatoria y por lo tanto impredecible del movimiento de X , también llamado ruido, la constante b es la desviación típica del término aleatorio.



4.1.4 Distribución Normal.

La función de densidad de probabilidad de una variable de Wiener es una distribución normal, con media at y desviación típica b . La fórmula general es:

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

Y la distribución de probabilidad acumulada es:

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

4.1.5 Distribución Lognormal.

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

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

Expresado algebraicamente:

Donde

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

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

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

De donde se obtiene:

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

Donde S_t es el precio del instrumento subyacente en un tiempo futuro t ; mientras que en el tiempo cero, el precio del activo subyacente es de S_0 , y $\Phi(m, s)$ es una distribución normal, con media m y varianza S .

En la ecuación anterior se muestra que el $\ln S_t$ esta normalmente distribuido.

Por lo que se concluye que S_t tiene una distribución lognormal.

El valor esperado de S_t es:

$$E(S_t) = Se^{\mu t}$$

Esto corresponde a la definición de μ , como la tasa de rentabilidad esperada.

La varianza de S_t esta dada en cambio dado por:

$$Var(S_t) S^2 e^{2\mu t} (e^{\sigma^2 t} - 1)$$

4.1.6 Proceso de ITO.

Los procesos de ITO son una generalización del proceso de Wiener en que a y b pueden a su vez ser funciones determinísticas del valor de x y del tiempo transcurrido t :

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

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

4.1.6.1 Lema de ITO.

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

Suponemos que el valor de la variable x sigue el proceso ITO.

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

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

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial x} a + \frac{\partial f}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} b^2 \right) dt + \frac{\partial f}{\partial x} b dz$$

Este nuevo proceso df es también un proceso de ITO, con tasa aleatoria:

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

Y su varianza es:

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 b^2$$

4.1.6.2 Prueba del lema de ITO.

El lema de ITO proviene de hacer una expansión cuidadosa de primer grado en series de Taylor de la función $f(\mathbf{x},t)$. Recordemos que la expansión de primer orden de una función de dos variables es:

$$\Delta f = \frac{df}{dx} \Delta x + \frac{df}{dt} \Delta t$$

Para obtener la expansión correcta tenemos que tomar todos los términos hasta segundo grado, simplificar, y entonces reducir la serie a una serie de primer grado.

Tomando términos hasta segundo orden tenemos:

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial f}{\partial t} \Delta t + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \Delta x^2 + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} \Delta t^2 + \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial t} \Delta x \Delta t + \dots$$

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

Entonces,

$$\begin{aligned} \Delta x &= a(x,t)\Delta t + b(x,y)\Delta z \\ &= a\Delta t + b\varepsilon\sqrt{\Delta t} \end{aligned}$$



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

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

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

$$\Delta x^2 = b^2\varepsilon^2\Delta t$$

Tomando términos Δt sólo hasta primer orden.

Como la varianza de ε es uno y su media es cero, podemos simplificar la expresión, quedando:

$$E(\varepsilon^2) - [E(\varepsilon)]^2 = 1 \quad (\text{VAR}[\varepsilon] = 1)$$

$$\bar{\varepsilon} = 0$$

$$\Rightarrow E(\varepsilon^2) = 1$$

$$\Rightarrow \Delta x^2 \cong b^2\Delta t$$

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

$$df = \left(\frac{\partial f}{\partial x} a + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} b^2 + \frac{\partial f}{\partial t} \right) dt + \frac{\partial f}{\partial x} b dz$$

La misma que es la expresión del lema de ITO.

4.1.6.3 Aplicación del lema de ITO.

Se puede utilizar el lema de ITO para obtener el proceso seguido por una función de x , como ejemplo, tenemos el logaritmo natural de x ;
 $\ln(x)$:

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

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

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

$$\Rightarrow df = \left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) dt + \sigma dz \quad \text{Lema de ITO}$$

Donde f tiene una distribución normal con media $\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t$, y desviación típica de σ .

4.2 El proceso seguido por el precio de una acción o una divisa.

Las acciones y las divisas siguen procesos estocásticos, se debe de conocer algunos aspectos acerca de los precios antes de postular un proceso cualquiera de los múltiples procesos estocásticos posibles, los aspectos son los siguientes:

- ◆ El precio de una acción o de una divisa no puede ser jamás negativo por lo que el proceso que describe su evolución debe impedir la aparición de valores negativos.
- ◆ El movimiento en el precio de una acción es aproximadamente proporcional a su valor, esto quiere decir que si el valor de una acción que se encuentre evaluada en \$100, puede variar, por ejemplo entre 90 y 110 dólares en un determinado intervalo de tiempo, así como también, el valor de una acción que hoy esta a \$20 podrá variar aproximadamente entre 9 y 11 dólares en el mismo intervalo de tiempo.



Por lo que, se puede concluir que un proceso de Wiener ya expuesto anteriormente $dx = a dt + b dz$, no nos sirve debido a que:

- ◆ Admite valores negativos de x ; si empezamos con x ligeramente positivo con unos cuantos dz negativos pronto tendremos un x negativo.
- ◆ La varianza b^2 es independiente de x , por lo que sigue teniendo el mismo valor cuando x es casi igual a cero que cuando x es muy grande.

Un proceso más complejo es el proceso de ITO, en el que usamos S para la variable en cuestión:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad \text{ó} \quad \frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

Este último proceso (el de ITO.), satisface nuestras condiciones ya mencionadas. Al disminuir S disminuye su desviación típica σS , por lo que la magnitud de las fluctuaciones estocásticas siempre es proporcional al valor de S , y al disminuir S disminuyen sus fluctuaciones tanto así, que nunca puede llegar a alcanzar valores negativos.

Dicho proceso es llamado también geometric brownian motion (movimiento Browniano), y es el proceso mas habitual para describir la evolución del precio de una acción o divisa.

El término σ se denomina como la volatilidad de S , es decir, la desviación típica de sus rendimientos, mientras que el termino μ corresponde al rendimiento esperado no diversificadle de S siempre y cuando S sea una acción, ó al diferencial de tipos de interés si S es una divisa.

Si $\sigma = 0$ tenemos:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt$$

Ahora integrando en ambas partes de la ecuación obtenemos:

$$\int \frac{dS}{S} = \int \mu dt \quad \Rightarrow \quad S = e^{\mu t}$$

La misma que es igual a la formula del precio forward de una divisa con un diferencial de tipos de interés $\mu = r_2 - r_1$.

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



4.3 Hipótesis Lognormal.

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

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

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

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

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

4.4 Rentabilidad esperada.

La rentabilidad esperada denotada por μ , es la media anual obtenida por los inversores en un lapso de tiempo corto.

Depende del riesgo de invertir en acciones, esto quiere decir, si el riesgo es alto se tendrá una alta rentabilidad esperada. Así como también el tipo de interés influye en la rentabilidad; a un tipo de interés libre de riesgo alto, se necesitará mayor rentabilidad esperada sobre cualquier acción.



4.5 Volatilidad.

La volatilidad denotada por σ , la misma que simboliza la medida de nuestra incertidumbre sobre los movimientos futuros de los precios de las acciones. A menudo se expresa de manera porcentual, por ejemplo una volatilidad del 22% no indica que $\sigma = 0.22$

Veamos un ejemplo para tener claro lo ya expuesto;

Consideremos el caso en que el precio actual de un activo subyacente es de 50 dólares con un retorno anual del 18%, y una volatilidad anual del 22%.

Entonces con una función de distribución de probabilidades para el precio S_t del activo subyacente en los próximos seis meses esta dada por:

$$\ln S_t \approx \Phi \left[\ln 50 + \left(0.16 - \frac{0.22^2}{2} \right) * 0.5 * 0.22 * \sqrt{0.5} \right]$$

$$\ln S_t \approx \Phi[3.7567, 0.155]$$

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

$$3.7567 - 1.96 * 0.155 < \ln S_t < 3.7567 + 1.96 * 0.155$$



Y por ultimo:

$$e^{(3.7567-1.96*0.155)} < S_t < e^{(3.7567+1.96*0.155)}$$

$$31.59 < S_t < 58.00$$

Lo que nos indica que con el 95% de confianza podremos afirmar que el precio de los activos subyacentes estará en el intervalo entre 31.59 y 58 dólares.

4.5.1 Estimación de la volatilidad mediante datos históricos.

Para el cálculo de la volatilidad se recomienda usar un registro donde se establezcan los movimientos del precio de las acciones durante cierto lapso de tiempo. Es usual observar los precios de las acciones en un intervalo fijo, ya sea diario, semanal o mensual.

A continuación se definen los siguientes parámetros:

n: número de observaciones.

S_t : precio de la acción al final del periodo i , ($i = 0, 1, 2, \dots, n$).

T: duración del intervalo de tiempo en años.

Para el cálculo de una estimación S de la volatilidad σ utilizamos las siguientes notaciones:

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

Ahora, la desviación estándar de μ se expresa como:

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

Que se puede expresar también como:

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

La determinación del valor de n no es muy clara, obtendremos generalmente una mayor precisión con la presencia de más datos, cabe recalcar que datos muy antiguos no nos proporcionan buena información.

4.5.2 Cálculo de una estimación de la volatilidad, año 2001.

Para el cálculo de una estimación de la volatilidad del precio del quintal de café en el año 2001 mediante datos históricos se va a tomar el valor de $n = 51$, ya que los precios proporcionados por el Ministerio de Agricultura y ganadería (MAG) son semanales, es decir tenemos 51 datos para el año mencionado.

Continuación la volatilidad para los precios del quintal de café variedad arábica en el año 2001.

TABLA XVII

CALCULO DE UNA ESTIMACION DE LA VOLATILIDAD MEDIANTE DATOS HISTORICOS, VARIEDAD ARABIGA: AÑO (2001)

SEMANA	PRECIO	PRECIO RELATIVO	RENTABILIDAD DIARIA	
	S	$\frac{S_i}{S_{i-1}}$	$\mu_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$	μ_i^2
1	51,83			
2	51,22	0,988230754	-0,011839051	0,000140163
3	53,58	1,046075752	0,045045783	0,002029123
4	57,15	1,066629339	0,064503526	0,004160705
5	52,91	0,925809274	-0,077087033	0,005942411
6	49,83	0,941787942	-0,059975145	0,003597018
7	49,34	0,990166566	-0,009882101	9,76559E-05
8	53	1,074179165	0,071556802	0,005120376
9	54,71	1,032264151	0,031754595	0,001008354
10	55,69	1,01791263	0,01775409	0,000315208
11	52,81	0,94828515	-0,053100031	0,002819613
12	52,12	0,986934293	-0,013151814	0,00017297

13	51,16	0,981580967	-0,018590776	0,000345617
14	49,9	0,975371384	-0,024936974	0,000621853
15	48,67	0,975350701	-0,024958179	0,000622911
16	47,73	0,980686254	-0,019502693	0,000380355
17	50,13	1,050282841	0,0490595	0,002406835
18	52,48	1,046878117	0,045812513	0,002098786
19	59,17	1,127477134	0,119982512	0,014395803
20	55,54	0,938651344	-0,063311175	0,004008305
21	56,51	1,01746489	0,017314132	0,000299779
22	51,68	0,914528402	-0,089346754	0,007982842
23	51,77	1,001741486	0,001739971	3,0275E-06
24	50,17	0,96909407	-0,031393592	0,000985558
25	50,26	1,001793901	0,001792294	3,21232E-06
26	48,1	0,957023478	-0,043927355	0,001929613
27	49,98	1,039085239	0,038340748	0,001470013
28	47,15	0,943377351	-0,058288916	0,003397598
29	47	0,996818664	-0,003186407	1,01532E-05
30	47,96	1,020425532	0,020219728	0,000408837
31	44,63	0,930567139	-0,071961052	0,005178393
32	42,25	0,946672642	-0,054801925	0,003003251
33	43,29	1,024615385	0,024317308	0,000591331
34	47,09	1,087780088	0,084139003	0,007079372
35	45,03	0,956253982	-0,04473173	0,002000928
36	43,8	0,972684877	-0,027695117	0,00076702
37	43,8	1	0	0
38	41,25	0,941780822	-0,059982705	0,003597925
39	39,53	0,95830303	-0,042591235	0,001814013
40	38,32	0,969390336	-0,031087924	0,000966459
41	36,34	0,948329854	-0,05305289	0,002814609
42	35,91	0,988167309	-0,011903255	0,000141687
43	35,91	1	0	0
44	35,91	1	0	0
45	35,91	1	0	0
46	39,24	1,09273183	0,088680826	0,007864289
47	35,76	0,911314985	-0,092866684	0,008624221
48	35,76	1	0	0
49	35,76	1	0	0
50	35,76	1	0	0
51	35,76	1	0	0



Tenemos los siguientes resultados para el año 2001:

$$\sum_{i=1}^{51} u_i = -0.3711 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{51} u_i^2 = 0.1112$$

La estimación de la desviación estándar de la rentabilidad diaria es:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{n-1} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n u_i\right)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{51} u_i^2}{(51-1)} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{51} u_i\right)^2}{(51*50)}} = 0.0465$$

Como los precios estaban medidos por semanas, asumiendo que 52 semanas tiene un año, entonces la volatilidad estimada por año es de:

$$0.0465\sqrt{52} = 0.3359 = 33.59\%$$

Es decir el **33.59%** anual.

El error estándar de esta estimación es:

$$\frac{S}{\sqrt{2n}} = \frac{0.0465}{\sqrt{2*51}} = 0.0046$$

Es decir el **0.46%** anual.



4.5.3 Cálculo de una estimación de la volatilidad, año 2002.

Ahora para calcular otra estimación de la volatilidad del precio del quintal de café para el año 2002 mediante datos históricos se va a tomar el valor de $n = 52$, ya que los precios proporcionados por el Ministerio de Agricultura y ganadería (MAG) son semanales, es decir tenemos 52 datos para este año.

A continuación la volatilidad para los precios del quintal de café variedad arábica en el año 2002.

CALCULO DE UNA ESTIMACION DE LA VOLATILIDAD MEDIANTE

DATOS HISTORICOS, VARIEDAD ARABIGA: AÑO (2002)

SEMANA	PRECIO	PRECIO RELATIVO	RENTABILIDAD DIARIA	
	S	$\frac{S_i}{S_{i-1}}$	$\mu_i = \ln\left(\frac{S_i}{S_{i-1}}\right)$	μ_i^2
1	28,22			
2	29,27	1,037207654	0,036532154	0,0013346
3	31,15	1,064229587	0,062251145	0,0038752
4	28,2	0,90529695	-0,099492267	0,00989871
5	25,95	0,920212766	-0,083150368	0,00691398
6	25,8	0,994219653	-0,005797118	3,3607E-05
7	25,4	0,984496124	-0,015625318	0,00024415
8	24,64	0,97007874	-0,030378035	0,00092283
9	28,44	1,154220779	0,143425466	0,02057086
10	28,45	1,000351617	0,000351556	1,2359E-07
11	33,24	1,168365554	0,155605809	0,02421317
12	34,39	1,034596871	0,034011854	0,00115681

13	35.83	1,041872637	0,041019707	0,00168262
14	39.57	1,104381803	0,099285724	0,00985766
15	36.17	0,91407632	-0,089841209	0,00807144
16	34.98	0,967099806	-0,033453576	0,00111914
17	36.54	1,044596913	0,043631081	0,00190367
18	32.48	0,888888889	-0,117783036	0,01387284
19	30.62	0,94273399	-0,058971125	0,00347759
20	29.05	0,948726323	-0,052634907	0,00277043
21	30.31	1,043373494	0,042459208	0,00180278
22	32.29	1,065324975	0,063279894	0,00400434
23	31.99	0,990709198	-0,009334231	8,7128E-05
24	30.45	0,951859956	-0,04933736	0,00243418
25	29.74	0,976683087	-0,023593053	0,00055663
26	30.53	1,026563551	0,026216866	0,00068732
27	30.09	0,985587946	-0,014516916	0,00021074
28	30.28	1,00631439	0,006294538	3,9621E-05
29	30.77	1,016182299	0,016052761	0,00025769
30	28.68	0,932076698	-0,070340174	0,00494774
31	27.45	0,957112971	-0,043833848	0,00192141
32	27.22	0,991621129	-0,008414171	7,0798E-05
33	28.21	1,036370316	0,035724528	0,00127624
34	28.46	1,008862106	0,008823068	7,7847E-05
35	31.21	1,096626845	0,092238964	0,00850803
36	33.08	1,059916693	0,058190314	0,00338611
37	37.8	1,142684401	0,133380232	0,01779029
38	40.86	1,080952381	0,077842487	0,00605945
39	38.14	0,933431229	-0,068887989	0,00474556
40	34.89	0,914787625	-0,089063345	0,00793228
41	37.59	1,077386071	0,074537802	0,00555588
42	40.4	1,074753924	0,072091727	0,00519722
43	44.88	1,110891089	0,105162476	0,01105915
44	44.7	0,995989305	-0,00401876	1,615E-05
45	45.44	1,01655481	0,016419273	0,00026959
46	45.91	1,01034331	0,010290184	0,00010589
47	46.67	1,016554128	0,016418602	0,00026957
48	49.32	1,056781658	0,055228118	0,00305015
49	51.55	1,045214923	0,044222532	0,00195563
50	47.18	0,915227934	-0,088582136	0,00784679
51	40.25	0,853115727	-0,15886007	0,02523652
52	40.25	1	0	0

Los resultados para el año 2002 fueron los siguientes:

$$\sum_{i=1}^{52} u_i = 0.3550 \quad ; \quad \sum_{i=1}^{52} u_i^2 = 0.2392$$

La estimación de la desviación estándar de la rentabilidad diaria es:



$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{n-1} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n u_i\right)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{52} u_i^2}{(52-1)} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{52} u_i\right)^2}{(52 * 51)}} = 0.0681$$

Como los precios estaban medidos por semanas, asumiendo que 52 semanas tiene un año, entonces la volatilidad estimada por año es de:

$$0.0681\sqrt{52} = 0.4914 = 49.14\%$$

Es decir el **49.14%** anual.

El error estándar de esta estimación es:

$$\frac{S}{\sqrt{2n}} = \frac{0.0681}{\sqrt{2 * 52}} = 0.0481$$

Es decir el **4.81%** anual.



(
c

4.6 Modelo de Black-Scholes.

Fisher Black y Myron Scholes lograron desarrollar su modelo que ayudo en gran medida a la teoría de la valoración de opciones.

Se establece una cartera libre de riesgo en la que el precio de las acciones y el precio de la opción están afectados por la misma fuente de incertidumbre. En cualquier lapso corto de tiempo el precio de una opción de compra está correlacionado positivamente con el precio de la acción, mientras que el precio de una opción de venta está correlacionado negativamente con el precio de las acciones.

En ambos casos se debe establecer una cartera correcta con las acciones y las opciones, pues la pérdida o beneficio de la posición de las acciones siempre compensa a la pérdida o beneficio de la posición de las opciones, por lo tanto el valor total de la cartera al final de un periodo corto de tiempo se conoce con seguridad.



4.6.1 Supuestos que asume el modelo de Black-Scholes.

Los supuestos que los autores del modelo plantearon son los siguientes:

- ◆ El precio de un activo subyacente sigue un proceso ITO, de tipo $dS = \mu Sdt + \sigma Sdz$, donde μ y σ son constantes.
- ◆ La venta a corto de activos está permitida, sin restricciones sobre el uso del dinero así generado.
- ◆ No existe coste de transacción, ni impuestos.
- ◆ Todos los activos son infinitamente divisibles.
- ◆ El activo no paga dividendos durante la duración del instrumento derivado.
- ◆ No existen oportunidades de arbitraje.
- ◆ El mercado es continuo.
- ◆ El tipo de interés sin riesgo r , es constante y es el mismo para todos los plazos.

4.6.2 Obtención de la ecuación diferencial de Black-Scholes.

Luego de tener todos los supuestos ya mencionados, podemos derivar la ecuación diferencial de Black-Scholes.

Tenemos que la forma como varía el precio de una acción S , sigue un proceso ITO donde μ y σ son constantes:

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

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

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

Según el lema de ITO.

Ahora formemos una cartera X de valores que contenga lo siguiente:

1. Instrumento derivado de f

$$-\frac{\partial f}{\partial S} \text{ Activo financiero de } S.$$

Por lo tanto el valor de la cartera es:

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

Supongamos ahora que en un pequeño intervalo de tiempo Δt , el precio de S se mueve por una pequeña cantidad ΔS .



La sensibilidad del valor de una cartera que contenga únicamente un activo S a movimientos en el precio de S es uno.

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

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

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

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

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

La ecuación presentada no contiene ningún término en Δz , por lo que el valor de la cartera X es independiente del riesgo de movimientos aleatorios en el valor de S. Durante este pequeño intervalo Δt , la cartera X no tiene el menor riesgo, por lo que su rendimiento ha de ser r , el tipo de interés sin riesgo del mercado.

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

Por lo tanto tenemos:

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

Realizando las simplificaciones respectivas obtenemos la ecuación diferencial de Black-Scholes.

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

Como tantas ecuaciones diferenciales, la ecuación diferencial de Black-Scholes tiene muchas soluciones que corresponden entre otras a la multitud de posibles instrumentos derivados.

La solución que usaremos dependerá de las condiciones límite que establezcamos. Estos límites pueden ser los que definen una opción europea, un contrato forward, un swap o cualquier instrumento derivado que queramos definir.

En el caso de una opción call europea tiene un precio límite al vencimiento dado por:

$$C_{mat} = \text{Max}[S - K, 0]$$

Donde K es el precio de ejercicio K, **strike** en inglés.

4.7 Precio del riesgo en el mercado.

El término μ en el modelo es el rendimiento esperado de un activo. En el caso que el activo sea una divisa, en el país de origen el mercado puede manejar dos tasas de interés r_1 y r_2 , por lo tanto μ representa la diferencia entre estas dos tasas de interés:

$$\mu = r_1 - r_2$$

4.8 Derivación formal de la formula de Black-Scholes para opciones europeas.

El precio del activo sigue un proceso continuo estocástico de evolución de Wiener definido por:

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

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

Donde:

dS: Representa a un cambio infinitesimal en el precio del subyacente.

Dt: Representa a un cambio infinitesimal en el tiempo.

μ : Representa la media de los rendimientos por periodo.

σ : Representa la volatilidad del precio del activo.

dz: Es una variable aleatoria con (0,1)

Se supone que el rendimiento instantáneo del activo subyacente, o en otros términos, las variaciones relativas del subyacente siguen una distribución normal con parámetros μdt que corresponde a su media, y $\sigma^2 dz$ que corresponde a su varianza.

Por lo tanto, una cuestión fundamental para poder aplicar el modelo de Black-Scholes es que el rendimiento instantáneo aproxime su distribución a una normal. Este proceso es una caminata aleatoria, la cual consiste con la teoría moderna de como los precios se mueven en un mercado eficiente.

La derivación de la formula de Black-Scholes se puede obtener como la formulación de Cox-Ross-Rubinstein por una estrategia de arbitraje de la siguiente forma: bajo la hipótesis de la negociación en tiempo continuo podríamos construir un portafolio formado con una posición larga en acciones y una posición corta en opciones de compra sobre acciones o viceversa.

Con lo cual se realiza el arbitraje. Si R representa el portafolio que vamos a utilizar, entonces:

$$R = nC + hS$$

Donde C y S son los valores de la opción de compra y la acción respectivamente, n y h corresponden al número de opciones y acciones dentro del portafolio. De aquí que en un intervalo infinitesimal de tiempo, la expresión ya expuesta se transforma en:

$$dR = ndC + hdS$$

Bajo el supuesto de volatilidad constante, y la tasa libre de riesgo también constante, el valor de una opción de compra europea con un precio de ejercicio X será en función del tiempo t con una variable estocástica y el precio del subyacente S .

$$C = f(t, S)$$

El lema de ITO, también conocido como el teorema fundamental del cálculo estocástico, nos permite diferenciar una función de la forma $G(t, z)$ como la ya expuesta, siendo z una variable aleatoria y t el tiempo mediante la siguiente expresión:

$$dG = \frac{\partial G}{\partial z} dz + \frac{\partial G}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial z^2} (dS)^2$$

Entonces, al aplicar dicho lema podemos obtener dC :



$$dC = \frac{\partial C}{\partial S} dS + \frac{\partial C}{\partial t} dt + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} (dS)^2 \quad (1)$$

Como se expuso anteriormente, Black-Scholes suponen que el precio de la acción sigue un proceso continuo estocástico de tipo Gauss-Wiener, definido por:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

Elevando al cuadrado ambos términos:

$$\left[\frac{dS}{S} \right]^2 = (\mu dt)^2 + 2\mu\sigma dt dz + (\sigma dz)^2 \quad (2)$$

En la función de la tabla de multiplicación aplicable a las integrales estocásticas, sabemos que:

$$dz^2 = dt$$

$$dz \cdot dt = dt \cdot dz = 0$$

$$dt^2 = 0$$

De ahí se sigue que:

$$\left[\frac{dS}{S} \right]^2 = \sigma^2 dt$$

$$[dS]^2 = S^2 \sigma^2 dt \quad (3)$$

Si ahora sustituimos (3) en (1) tenemos:

$$dC = \frac{\partial C}{\partial S} dS + dt \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right)$$

Entonces la variación dR del portafolio con el que estamos arbitrando será por lo tanto:

$$dR = \left[n \frac{\partial C}{\partial S} + h \right] dS + n \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right) dt \quad (4)$$

Dado que la variación dS es aleatoria, podemos construir un portafolio libre de riesgo, con el que estemos arbitrando de la forma siguiente:

$$n = -1$$

$$n = 1$$

$$h = \frac{\partial C}{\partial S} \quad (5)$$

$$h = \frac{\partial C}{\partial S} \quad (6)$$

Si elegimos el portafolio (5), tenemos que:

$$R = -C + \frac{\partial C}{\partial S} S \quad (7)$$

$$dR = - \left(\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} S^2 \sigma^2 \right) dt \quad (8)$$



Dado que el equilibrio, el portafolio debe tener un rendimiento igual al activo libre de riesgo, entonces:

$$\frac{dR}{R} = r dt \quad (9)$$

Sustituyendo en (9) a R y dR por sus valores en (7) y (8), tenemos que:

$$\frac{1}{2} S^2 \sigma^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C}{\partial S} - rC \frac{\partial C}{\partial t} = 0 \quad (10)$$

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

Si T es el plazo al vencimiento de la opción, también podemos escribir:

$$\frac{1}{2} S^2 \sigma^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + rS \frac{\partial C}{\partial S} - rC \frac{\partial C}{\partial T} = 0 \quad (11)$$

Esta ecuación en derivadas parciales constituye la relación fundamental que sigue una opción de compra.

Así mismo, se puede calcular la solución particular de (11) que satisface además los límites del valor de una opción de compra, que como sabemos son:

$$\begin{aligned} C(S,0,X) &= S - X & \text{Si...} S \geq X \\ \text{Para } t = 0 \quad C(S,0,X) &= 0 & \text{Si...} S < X \end{aligned} \quad (12)$$

La solución particular de (11) que satisface a (12), se puede obtener efectuando el siguiente cambio de variables:

$$C(S,T) = e^{-rt} \cdot Y(S',T')$$

Donde:

$$S' = \frac{2}{\sigma^2} \left(r - \frac{1}{S} \sigma^2 \right) \left[\ln \left(\frac{S}{X} \right) + \left(r - \frac{1}{S} \sigma^2 \right) T \right]$$

$$T' = \frac{2}{\sigma^2} \left(r - \frac{1}{S} \sigma^2 \right) T$$

En la que se asume que S sigue una distribución lognormal, por lo que entonces la ecuación (11) se convierte en:

$$Y_t = Y_{S'S'} \quad (13)$$

y los límites de (12) se convierten en :

$$Y(S',0) = X \left\{ \exp \left(\frac{S' \left(\frac{1}{(2\sigma^2)} \right)}{\left(r - \frac{1}{2} \sigma^2 \right)} \right) - 1 \right\} \quad \text{Si...} S' \geq 0$$

$$Y(S',0) = 0$$



Al encontrar una solución de la ecuación (13) obtenemos la formula que estamos buscando, a saber:

$$\text{➤ } C = S \cdot N(d_1) - X \cdot e^{-rT} \cdot N(d_2)$$

$$\text{➤ } P = Xe^{-rT} \cdot N(-d_2) - S \cdot N(d_1)$$

Que son las formulas para la valuación de una opción de compra y venta europeas propuesta por Black-Scholes donde:

S = precio del activo subyacente

X = precio de ejercicio

T = plazo del vencimiento

r = tasa libre de riesgo anualizada

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

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

σ = volatilidad del subyacente

$N(\bullet)$ = valor de un determinado punto de la función de distribución de una variable aleatoria normalizada.

Marki, S (1991) propone que las normales pueden aproximarse usando la siguiente formula:

$$N(x) = \begin{cases} 1 - N'(x)(a_1k + a_2k^2 + a_3k^3 + a_4k^4 + a_5k^5) & x \geq 0 \\ 1 - N(-x) & x < 0 \end{cases}$$

$$k = \frac{1}{1 + \gamma \cdot x}$$

Donde:

$$\gamma = 0.2316419$$

$$a_1 = 0.319381530$$

$$a_2 = -0.356563782$$

$$a_3 = 1.781477937$$

$$a_4 = -1.821255978$$

$$a_5 = 1.330274429$$

Y:

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



Para la aplicación de estas formulas consideremos el caso en el que precio de las acciones es de \$42, el precio del ejercicio es de \$40, el tipo de interés libre de riesgo es de 10% anual, y la volatilidad es el %20 anual, para un periodo de seis meses, por lo que:

$$S = 42; X = 40; r = 0,1; \sigma = 0,2; T = 0,5$$

$$d_1 = \frac{\ln(1.05) + 0.12 * 0.5}{0.2\sqrt{0.5}} = 0.7693$$

$$d_2 = \frac{\ln(1.05) + 0.08 * 0.5}{0.2\sqrt{0.5}} = 0.6278$$

y

$$X \cdot e^{-rt} = 40 \cdot e^{-0.05} = 38.049$$

- ◆ Si la opción es europea de compra, su valor c, esta dado por:

$$C = 42 \cdot N(0.7693) - 38.049 \cdot N(0.6278)$$

- ◆ Si fuera de venta europea, p está dada por

$$P = 38.049 \cdot N(-0.6278) - 42 \cdot N(-0.6278)$$

Utilizando la aproximación polinomial a la función de distribución acumulada a la normal:

$$N(0,7693)=0,7791 \quad N(-0,7693)=0,2209$$

$$N(0,6278)=0,7349 \quad N(-0,6278)=0,2651$$

El resultado es:

$$C = 4,76 \quad P = 0,81$$

4.8 La sensibilidad de las opciones.

La prima de una opción se ve influida constantemente por distintos factores, esto hace que sea interesante medir a través de un coeficiente los efectos que tiene sobre una determinada opción los cambios de un factor sobre su prima. Dado que tenemos una fórmula explícita para el precio, podemos tomar sus derivadas con respecto a los parámetros que determinan su valor para calcular como cubrir su riesgo.

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

$$\Delta_c = \frac{dC}{dS} = N(d_1) \cdot e^{-dt} \quad \text{CALL}$$

$$\Delta_p = \frac{dP}{dS} = [N(d_1) - 1] \cdot e^{-dt} \quad \text{PUT}$$

Cuando el tipo de dividendo es continuo, lo representaremos con d .

La primera y más común de las sensibilidades de las opciones es la de delta. Las opciones de compra tienen una delta positiva de entre cero y uno, siendo cero la de las opciones muy <<out-of-the-money>> y 1 para las series que están muy <<in-the-money>>. Las opciones de venta tienen deltas negativas y están entre -1 y 0.

Factores que afectan el Delta de una Opción.

4.8.1.1 Tipo de opción: El delta de una opción de venta (put) en unidades forward es igual al delta de una call equivalente a menos 1. Las opciones de compra (call) suben de precio al subir el precio del activo subyacente, por lo que tienen delta positivo, mientras que las opciones de venta (put) suben de precio cuando el precio del activo subyacente baja, es decir tiene delta negativa.

4.8.1.2 Nivel del subyacente: Se relaciona con el precio del activo subyacente, si está por encima del precio del ejercicio <<in-the-money>>, es casi 100% seguro ejercer la opción, mientras que si el precio de los activos subyacentes están por debajo del precio del ejercicio <<out-the-money>> es casi nulo el hecho de ejercer la opción, en cambio si el precio del activo subyacente esta alrededor del precio del ejercicio <<at-the-money>> su delta es aproximadamente 50% de probabilidad de ejercer su opción.

4.8.1.3 Volatilidad y tiempo de vencimiento: Al aumentar la volatilidad o el tiempo hasta el vencimiento aumenta la incertidumbre sobre si la opción va a ser ejercida, por lo que el delta de las opciones suelen disminuir hasta el 50%.

4.8.2 Gamma. La derivada de delta con respecto al activo subyacente.

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

El gamma es un parámetro que mide la sensibilidad del delta a cambios en el activo subyacente, además de indicar la frecuencia con la que se debe ajustar la posición en el activo subyacente cuando el mercado varíe.



Si el valor del gamma es bajo podremos experimentar pequeños cambios en nuestro delta, por lo que tenemos que ajustar nuestra posición del activo subyacente.

En cambio si el valor del gamma es alto, cada pequeño movimiento en el activo subyacente afectará nuestro delta, por lo que tendríamos que reajustar nuestra posición del activo subyacente.

4.8.3 Vega. La derivada del precio de la opción con respecto a la volatilidad.

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

Este parámetro mide la sensibilidad del precio de la opción a variaciones en la volatilidad del activo subyacente, y sirve para determinar que opciones se ven afectadas. Tiene mucha importancia en el cálculo de la valoración de opciones a largo plazo donde es componente de riesgo mas importante es la volatilidad.

4.8.4 Theta. La derivada del precio de una opción con respecto al paso del tiempo.

Este parámetro mide la velocidad de declive del valor tiempo desde su valor actual hasta cero.

El precio de estas opciones se puede decir que es la suma de dos componentes: el primer componente se lo considera sin riesgo que será utilizada para pagar los dividendos conocidos durante la vida útil de la opción, mientras que el segundo si lleva riesgo en cualquier instante.

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

En este caso theta la hemos definido en años, pero es más frecuente definirla como theta por semanas dividiendo para 52 para así saber el cambio semanal en el valor de una posición atribuible al paso del tiempo.

4.8.5 Rho.

Este parámetro mide el cambio del precio de la opción ante un cambio en la tasa libre de riesgo, en otras palabras el Rho mide la sensibilidad del valor justo de una opción a los movimientos de los tipos de interés.

Para los inversionistas el Rho es la menos importante de las sensibilidades de las opciones debido a que la historia ha mostrado que estos cambios son generalmente muy pequeños.

CAPITULO V

ESTIMACIÓN ESTADÍSTICA: MODELOS GARCH

5.1 Introducción.

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

Además, en el presenta capítulo se describirán las especificaciones mas importantes del modelo general autoregresivo con heterocedasticidad condicional (GARCH).

Está comprobado que las series de los tipos de interés presentan una fuerte heterocedasticidad condicional en la varianza. Por tanto tratar de ajustar a este tipo de datos modelos de tipo general ARIMA nos permite la consideración de estas características..

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

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)

5.2 Estimación de la volatilidad.

Se define σ_n como la volatilidad de una variable de mercado en un día n , estimado al final del día $n-1$. El cuadrado de la volatilidad en el día n , se la representa mediante σ_n^2 , y simboliza la tasa de variación.



La aproximación estándar para estimar σ_n de los datos históricos es la ya descrita en el capítulo IV. Suponiendo que el valor en el mercado de la variable al fin del día i es S_i . La variable μ_i está definida como el retorno ponderado durante el fin del día $i-1$ y el fin del día i .

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

Para calcular la tasa de variación σ_n^2 usando los m observaciones sobre μ_i tenemos:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (\mu_{n-1} - \bar{\mu})^2$$

Donde $\bar{\mu}$ es la media de los μ_i .

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

Con el propósito de calcular la varianza, la formula ya expuesta debe sufrir algunos cambios:

1. μ_i es definida como el cambio proporcional en la variable de mercado entre el final del día $i-1$ y el final del día i , para tener lo siguiente:

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

2. Se asume $\bar{\mu}$ como cero.
3. $m-1$ se la reemplaza por m .

Estos tres cambios hacen que el cálculo de la estimación de la volatilidad sea un poco diferente. Entonces la nueva fórmula para las tasas de variación se convierte en:

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

5.3 Esquema de pesos.

La ecuación anterior nos da igual ponderación para todos los μ_i , dado que el objetivo es monitorear el nivel de volatilidad común, es apropiado dar un mayor peso a los datos mas recientes. Un modelo que cumple ese objetivo es el siguiente:

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

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

La suma de los pesos deber ser igual a la unidad.

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

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

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

Donde V es la volatilidad en una corrida larga, o dicho en otras palabras, es la volatilidad en un largo periodo, y γ es el peso asignado a V . Y como los pesos deben sumar la unidad tenemos además que:

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

Esta ecuación es conocida como el modelo ARCH (m). La estimación de la varianza está basada en un promedio de la varianza en un periodo largo y m observaciones. A mayor observación, menos es el peso dado.

Reemplazando $\omega = \gamma V$, el modelo se lo puede definir de la siguiente manera:

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

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

5.4 Condición del modelo.

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



5.5 Procesos auto regresivos.

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

$$Y_t = \mu + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \forall t, |\phi| < 1,$$

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

$$E(\varepsilon_t) = 0 \quad \varepsilon_t \text{ es un ruido blanco.}$$

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

El proceso auto regresivo de orden p es estacionario si las raíces características de la siguiente ecuación están fuera del círculo unitario.

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

La media incondicional para el proceso auto regresivo general es la siguiente:

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



Ahora veamos los procesos heterocedásticos condicionales auto regresivos de orden m , denotado por: $\mu_t \sim ARCH(m)$.

5.6 Propiedades generales de los procesos ARCH.

Como ya mencionamos en la sección anterior, los modelos ARCH describen simultáneamente la evolución de la media y varianza condicional.

Mencionaremos a continuación los diferentes modelos y su correspondiente terminología.

5.6.1 ARCH (q).

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

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

Donde $u = (u_t)$ es una diferencia martingale. La varianza condicional de ε_t es:

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

5.6.2 El Modelo GARCH (1,1).

Como ya vimos en el capítulo anterior, la varianza no es otra cosa que la volatilidad, en nuestro caso es la volatilidad de los precios del quintal de café, y está representado por σ^2 .

El modelo GARCH (Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic) está basado en la representación auto regresiva de la varianza condicional, dicho de otra manera este modelo presenta una manera de modelar el comportamiento de la volatilidad en los cambios de precios del quintal de café.

El modelo está definido de la siguiente manera:

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

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 cuadrado del periodo anterior, mayor es la volatilidad condicional del periodo actual.

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.

Ahora, σ_n^2 es estimado mediante una combinación lineal expresado de la siguiente manera:

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

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



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

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

Ahora haremos uso de un cambio de variable de manera que:

$$\omega = \gamma v$$

Entonces el modelo GARCH queda expresado de la siguiente manera:

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

5.6.3 Estacionariedad del modelo GARCH (p,q).

Consideremos un proceso donde $\varepsilon = (\varepsilon_t)$ satisfaciendo al modelo GARCH (p,q):

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

El proceso ε tiene como media cero. Ahora de manera que se demuestre su estacionariedad en segundo orden, es suficiente con solo considerar su varianza, expresado a continuación:

$$V(\varepsilon_t) = V[E(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1})] + E[E(\varepsilon_t / \varepsilon_{t-1})] = E(h_t)$$

y para demostrar independiente asintóticamente en el tiempo tenemos la siguiente propiedad.

Propiedad Un proceso ε que satisfaga un modelo GARCH(p,q) con coeficientes positivos $c \geq 0, \alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, q, \beta_j \geq 0, j = 1, \dots, p$, es asintóticamente en segundo orden si:

$$\alpha(1) + \beta(1) = \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

Esta condición implica que $\alpha(1) + \beta(1) < 1$. Efectivamente, si $\alpha(1) + \beta(1)$ fueran mayores o iguales que 1, tendríamos $1 - \alpha(0) - \beta(0) > 0$ y $1 - \alpha(1) - \beta(1) \leq 0$, por lo tanto tendríamos una raíz característica real y entre 0 y 1.

Por lo que se puede comprobar que efectivamente las raíces características del polinomio están estrictamente fuera del círculo unitario, por lo tanto el proceso \mathcal{E} converge y es asintóticamente estacionario de segundo orden.

Ejemplo.

Supongamos que el modelo GARCH (1,1) es estimado de datos diarios, y tenemos los siguientes coeficientes:

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

Esto corresponde a $\alpha = 0.13$, $\beta = 0.86$ y $\omega = 0.000002$. Como $\gamma = 1 - \alpha - \beta$, tenemos que $\gamma = 0.01$, además de $\omega = \gamma\nu$ se puede decir que $\nu = 0.0002$. En otras palabras, esto corresponde a una volatilidad de:

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

Ahora supongamos que la estimación de la volatilidad en el día $n-1$, es 1.6% por día, por lo que $\sigma_{n-1}^2 = 0.016^2 = 0.000256$ y el cambio proporcional en el precio del activo subyacente en el día $n-1$ es 1%, tenemos que $\mu_{n-1}^2 = 0.01^2 = 0.0001$. Por lo tanto:

$$\sigma_{n-1}^2 = 0.000002 + 0.13 * 0.0001 + 0.86 * 0.000256 = 0.00023516$$

La nueva estimación de la volatilidad es:

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

5.7 Estimación de los parámetros.

Para poder estimar los parámetros del modelo se necesitó la ayuda de un software especial para así modelar el comportamiento de las volatilidades del cambio porcentual de los precios del quintal de café. Dicho software puede ser el EVIEWS, pero en este caso se los estimará mediante un algoritmo propuesto por Microsoft Excel dentro de las herramientas SOLVER.

Luego se procede al cálculo de los parámetros con los siguientes resultado para el caso del precio del quintal de café en el Ecuador:

TABLA XIX

PARAMETROS ESTIMADOS MEDIANTE SOLVER DE EXCEL

PARAMETROS	ESTIMACION
ω	0,201417
α	0,323227
β	0,227977

Por lo que el modelo queda de la siguiente manera:

$$\sigma_n^2 = 0.201417 + 0.323227\mu_{n-1}^2 + 0.227977\sigma_{n-1}^2$$

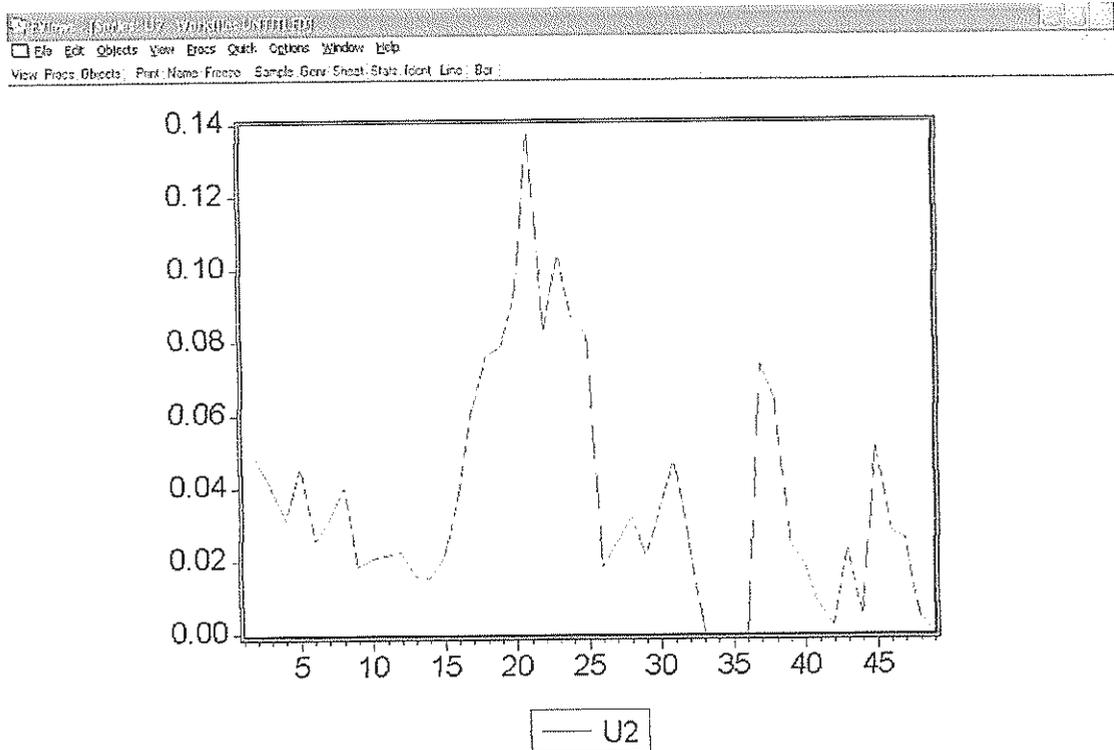
Ahora para realizar las predicciones referentes al próximo periodo, reemplazamos los valores correspondientes al periodo anterior, en este caso para el precio del quintal de café en el año 2002 tenemos $n=52$, por lo que tenemos que reemplazar la ecuación anterior correspondientes al término

$$n-1 = 51.$$

$$\sigma_n^2 = 0.201417 + 0.323227(0.140685)^2 + 0.227977(0.007511)$$

$$\sigma_n^2 = 0.4581$$

GRAFICO 5.1

COMPORTAMIENTO GRAFICO DE LA VOLATILIDAD

CAPITULO VI

APLICACIÓN DEL MODELO BLACK-SCHOLES A LA VALORACION DE OPCIONES DE COMPRA Y VENTA PARA EL CASO DEL CAFÉ ECUATORIANO

6.1 Introducción.

En el presente capítulo se tiene como objetivo realizar la aplicación de todos los conceptos ya enunciados en los capítulos anteriores, es decir se realizará el cálculo de la valorización de opciones mediante el modelo de Black-Scholes, para ello se necesitará la ayuda de un software estadístico financiero diseñado en Microsoft Excel llamado Deriva Gem. Dicha hoja electrónica nos proporcionará toda la información necesaria para poder así obtener un análisis general de los precios de las opciones.

A continuación vamos a ver una explicación de todos los parámetros a calcular, para luego pasar directamente a la aplicación del modelo.



6.2 Explicación de los parámetros.

Utilizando el software ya mencionado, hallamos el valor presente de una opción de compra y de venta con el respectivo valor de delta, sus parámetros son los siguientes:

- Ex. Precio de ejercicio de la opción
- T: Fecha de vencimiento de la opción
- P: Precio del quintal del café
- S: Desviación estándar por año (Volatilidad)
- rf: Tasa de Interés libre de riesgo del mercado

Recordemos que el *precio de ejercicio de la opción* es el precio al cual puede realizarse la compra o venta de la opción. El *tiempo de ejercicio* es la fecha en el cual puede ejercerse el derecho de compra o venta, el *precio del subyacente* no es otra cosa que el precio hoy en día del activo, en este caso el quintal de café.

La *desviación estándar* la estimamos en el capítulo IV mediante los datos históricos de los precios del quintal de café, el mismo que fue estimado en 49.14% anual.

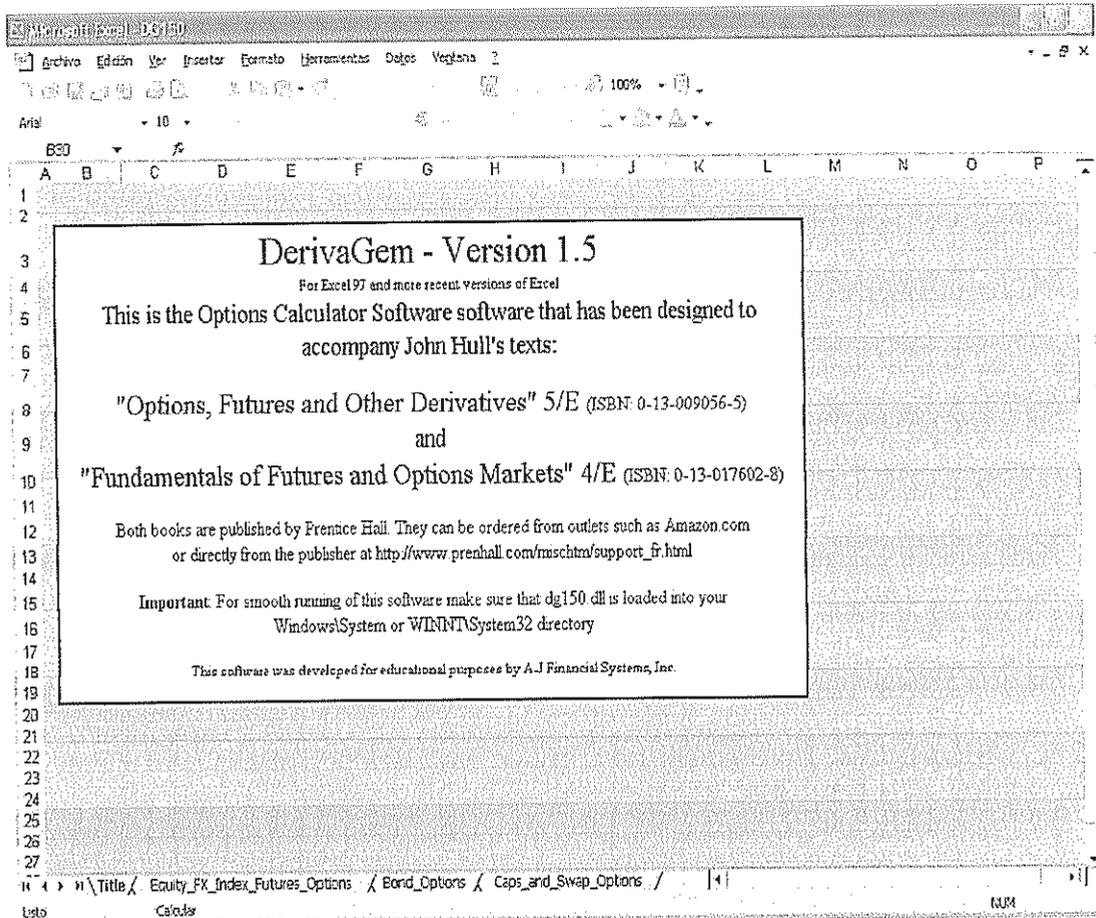
La *tasa de interés libre de riesgo* en el mercado al cierre de la semana 17 del presente año fue del 5.16%.

6.3 Manejo del software.

El software utilizado para la valoración de las opciones sobre precios por el método de Black-Scholes es DerivaGem Versión 1.5, el mismo que fue proporcionado por Hull, John C autor del libro Options, Futures & Other Derivates, dicho software fue diseñado en Microsoft Excel.

La presentación de la hoja electrónica tiene la introducción del software y sus autores como vemos a continuación.

GRAFICO 6.1

SOFTWARE DERIVAGEM – VERSION 1.5

Ahora vamos a explicar el manejo del software y como interpretar los resultados para los distintos periodos de tiempo mencionados.

Ejemplo:

Si queremos saber cual es el precio para las opciones de compra europeas con el precio del activo subyacente fijado en \$41.68, la volatilidad de 49.14%, la tasa libre de riesgo del mercado es del 5.16%, con fecha de vencimiento en una semana, el cual se comprende como 1 dividido para 52, ya que 52 semanas tiene un año, y el precio del ejercicio que se lo fijó en \$40.

.Entonces tuvimos los siguientes resultados:

Los resultados fueron los siguientes: el valor de la opción de compra fue de \$2.1748, y el valor del delta de la opción de 0.7429, el valor de gamma 0.113, el valor del vega 0.018, el valor de theta -0.06 y por último el valor de rho 0.005.

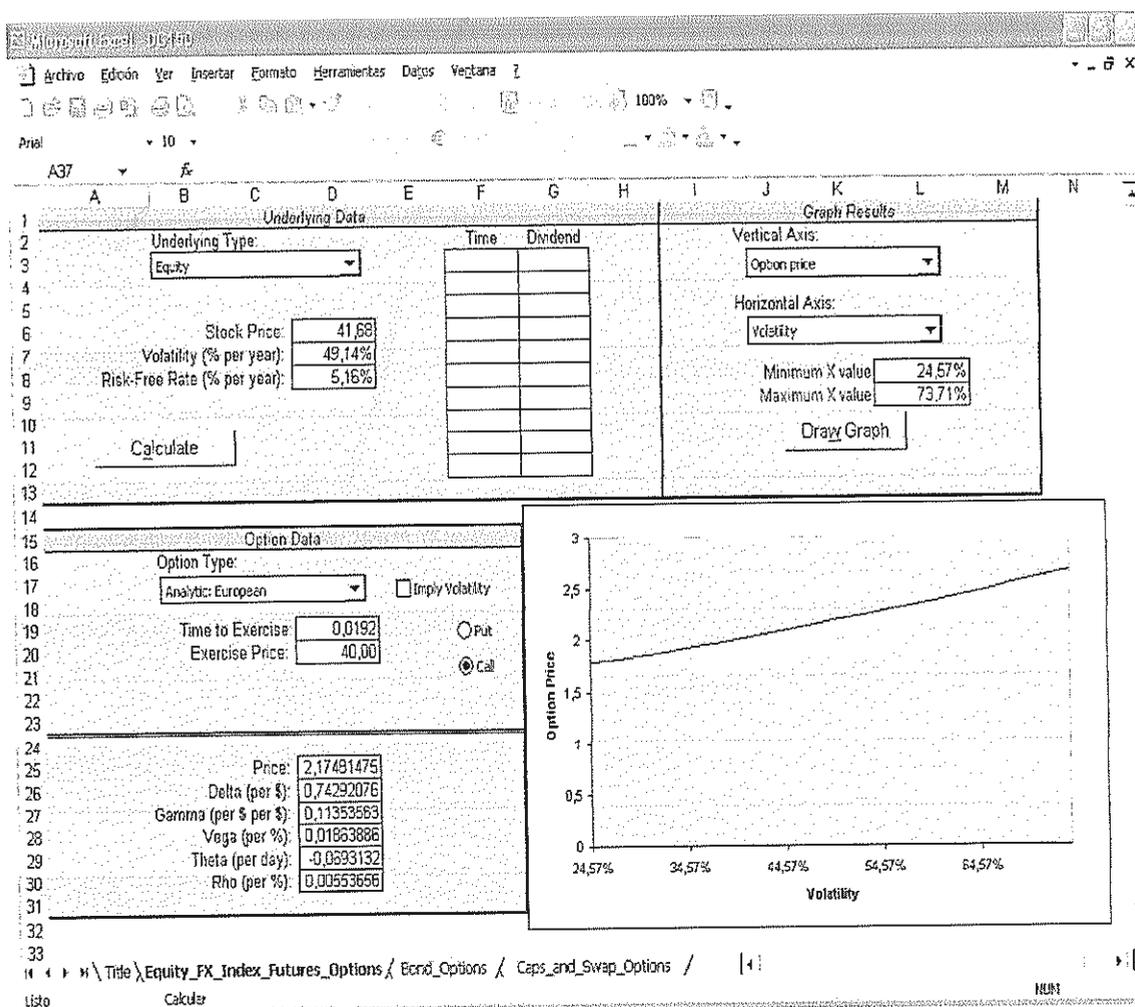
TABLA XX**RESULTADOS OBTENIDOS POR EL SOFTWARE**

Price:	2,17481475
Delta (per \$):	0,74292076
Gamma (per \$ per \$):	0,11353563
Vega (per %):	0,01863886
Theta (per day):	-0,0693132
Rho (per %):	0,00553656

Con la ayuda de este software se pudo realizar con mayor precisión todas las operaciones para el cálculo del precio de las opciones y el valor de las sensibilidades de las opciones, las operaciones de como obtener los resultados obtenidos se encuentran enunciadas en los capítulos anteriores.

GRAFICO 6.2

APLICACIÓN DEL SOFTWARE



6.4 Aplicación del modelo a las opciones de compra (call).

A continuación se presentan algunos resultados numéricos de las opciones y el valor de delta de la opción de compra del quintal de café en el mercado ecuatoriano, tomando en cuenta que al cierre de la semana 17 del presente año el precio del café se fijó en \$41.68 por quintal.

Para el precio del ejercicio y el precio del quintal actual se generó cien variables aleatorias con media \$42.65 y desviación estándar 49.14% en otras palabras es la volatilidad del precio del café para el año 2002 estimada en el capítulo IV, con estos precios generados se puede tener mayor apreciación en el análisis de las opciones ya que vamos a tener distintos pares ordenados en los precios y diversos tiempos de ejercicios.

La relación de la mejor opción de compra tanto de compra como de venta del quintal de café dependerá de que tan adverso o amante al riesgo sea el comprador de la opción.

Las personas que realizan este tipo de negocios son adversas al riesgo, ya que el riesgo país en el Ecuador es un factor importante en este tipo de negocios.

TABLA XXI

RESULTADOS NUMERICOS PARA EL PRECIO DE LAS OPCIONES DE COMPRA MEDIANTE EL METODO DE BLACK-SCHOLES

<i>Tiempo</i>	<i>Ex</i>	<i>P</i>	<i>Precio de la Opción</i>	<i>Delta</i>	<i>Gama</i>	<i>Theta</i>	<i>Vega</i>	<i>Rho</i>
1 semana	44,09	43,07	0,7592	0,3841	0,1301	0,0228	-0,082	0,0030
1 mes	43,90	43,63	4,2734	0,7007	0,0525	0,0468	-0,042	0,0237
2 meses	43,28	42,91	3,4288	0,5400	0,0461	0,0695	-0,031	0,0329
1 trimestre	42,73	43,38	4,8087	0,5936	0,0364	0,0841	-0,026	0,0524
4 meses	42,71	44,02	5,9370	0,6213	0,0305	0,0967	-0,023	0,0714
5 meses	43,13	43,06	5,8070	0,5876	0,0285	0,1082	-0,020	0,0812
1 semestre	43,40	44,29	7,0208	0,6204	0,0247	0,1192	-0,019	0,1023
1 año	43,51	43,44	9,3263	0,6359	0,0176	0,1632	-0,014	0,1830
1 semana	42,19	44,00	2,3222	0,7470	0,1067	0,0195	-0,073	0,0059
1 mes	43,25	42,90	2,3491	0,5175	0,0655	0,0494	-0,043	0,0165
2 meses	43,20	43,13	3,5861	0,5537	0,0457	0,0696	-0,031	0,0338
1 trimestre	42,67	42,83	4,5160	0,5756	0,0372	0,0839	-0,025	0,0503
4 meses	43,19	44,02	5,7000	0,6063	0,0308	0,0978	-0,023	0,0700
5 meses	42,83	43,85	6,4235	0,6181	0,0274	0,1079	-0,020	0,0862
1 semestre	42,63	43,60	6,9558	0,6228	0,0251	0,1171	-0,019	0,1010
1 año	43,46	43,92	9,6550	0,6451	0,0172	0,1635	-0,014	0,1868
1 semana	43,75	43,13	0,9142	0,4361	0,1340	0,0236	-0,085	0,0034
1 mes	43,93	43,66	2,4305	0,5230	0,0643	0,0502	-0,043	0,0170
2 meses	43,74	44,02	3,8280	0,5695	0,0445	0,0706	-0,032	0,0354

1 trimestre	42,92	42,81	4,3879	0,5655	0,0374	0,0842	-0,026	0,0496
4 meses	43,31	43,27	5,1989	0,5790	0,0319	0,0977	-0,023	0,0662
5 meses	43,90	43,58	5,7654	0,5806	0,0283	0,1099	-0,021	0,0814
1 semestre	43,06	43,48	6,6813	0,6087	0,0254	0,1181	-0,019	0,0989
1 año	43,63	43,09	9,0552	0,6275	0,0179	0,1630	-0,014	0,1799
1 semestre	44,87	44,94	6,7400	0,5997	0,0247	0,1228	-0,019	0,1010
1 año	44,41	43,11	8,7512	0,6142	0,0181	0,1649	-0,014	0,1773
1 semana	43,27	42,84	0,9863	0,4610	0,1360	0,0236	-0,085	0,0036
1 mes	43,04	43,10	2,5544	0,5442	0,0648	0,0493	-0,043	0,0174
2 meses	43,15	43,14	3,6152	0,5565	0,0456	0,0696	-0,031	0,0340
1 trimestre	42,72	43,48	4,8732	0,5976	0,0362	0,0841	-0,026	0,0528
4 meses	42,94	42,94	5,1775	0,5802	0,0321	0,0969	-0,022	0,0658
5 meses	43,69	44,80	6,5955	0,6200	0,0268	0,1101	-0,021	0,0883
1 semana	43,20	44,03	1,6721	0,6285	0,1260	0,0231	-0,085	0,0050
1 mes	43,29	43,13	2,4509	0,5299	0,0650	0,0495	-0,043	0,0170
2 meses	44,69	43,76	3,2513	0,5153	0,0454	0,0712	-0,032	0,0322
1 trimestre	42,72	43,50	4,8852	0,5983	0,0362	0,0841	-0,026	0,0529
4 meses	43,18	43,40	5,3348	0,5872	0,0316	0,0976	-0,023	0,0672
5 meses	42,74	45,06	7,2377	0,6528	0,0258	0,1074	-0,021	0,0924
1 año	43,24	43,49	9,4725	0,6415	0,0175	0,1625	-0,014	0,1843
1 semana	43,96	42,71	0,6710	0,3539	0,1278	0,0220	-0,079	0,0028
1 mes	43,28	43,03	2,4029	0,5241	0,0652	0,0495	-0,043	0,0168
2 meses	43,50	44,31	4,1159	0,5930	0,0437	0,0702	-0,032	0,0369
1 trimestre	43,87	43,89	4,5602	0,5703	0,0364	0,0862	-0,026	0,0512
1 mes	43,69	43,95	2,7026	0,5569	0,0633	0,0501	-0,044	0,0181
2 meses	43,13	43,04	3,5692	0,5528	0,0458	0,0695	-0,031	0,0337
1 trimestre	43,59	44,00	4,7564	0,5845	0,0361	0,0858	-0,026	0,0524
4 meses	43,40	43,73	5,4261	0,5906	0,0313	0,0981	-0,023	0,0680
5 meses	44,37	43,36	5,4351	0,5611	0,0287	0,1103	-0,021	0,0787
1 semestre	43,55	43,58	6,5190	0,5987	0,0255	0,1192	-0,019	0,0979
1 año	43,06	43,10	9,2994	0,6378	0,0177	0,1616	-0,013	0,1819
1	42,83	43,33	1,4615	0,5867	0,1319	0,0234	-0,085	0,0046



semana									
1 mes	42,53	43,47	3,0286	0,6008	0,0626	0,0485	-0,042	0,0192	
2 meses	43,63	44,11	3,9335	0,5784	0,0442	0,0705	-0,032	0,0360	
2 meses	42,80	43,63	4,0693	0,5944	0,0443	0,0691	-0,031	0,0364	
1 trimestre	43,68	43,56	4,4611	0,5652	0,0368	0,0857	-0,026	0,0504	
1 mes	43,69	43,86	2,6528	0,5512	0,0636	0,0501	-0,044	0,0179	
2 meses	44,69	43,63	3,1847	0,5094	0,0456	0,0710	-0,031	0,0317	
1 trimestre	43,39	42,40	3,9535	0,5324	0,0382	0,0843	-0,025	0,0466	
4 meses	43,95	42,55	4,5182	0,5352	0,0329	0,0976	-0,022	0,0609	
4 meses	43,58	44,03	5,5189	0,5943	0,0310	0,0986	-0,023	0,0688	
5 meses	43,66	43,73	5,9614	0,5915	0,0280	0,1096	-0,021	0,0829	
1 semana	44,10	43,32	0,8555	0,4156	0,1321	0,0234	-0,084	0,0033	
1 mes	43,68	43,29	2,3536	0,5152	0,0649	0,0498	-0,043	0,0166	
2 meses	43,31	43,33	3,6454	0,5578	0,0454	0,0698	-0,031	0,0342	
1 trimestre	43,60	43,32	4,3628	0,5593	0,0371	0,0855	-0,026	0,0497	
4 meses	43,60	43,01	4,9202	0,5614	0,0323	0,0979	-0,023	0,0641	
5 meses	43,47	43,58	5,9593	0,5926	0,0281	0,1092	-0,020	0,0828	
1 año	42,79	42,81	9,2285	0,6375	0,0178	0,1605	-0,013	0,1806	
1 semana	43,38	42,07	0,6355	0,3441	0,1284	0,0215	-0,077	0,0027	
1 mes	43,23	43,22	2,5276	0,5397	0,0647	0,0495	-0,043	0,0173	
2 meses	43,85	43,20	3,3271	0,5274	0,0459	0,0702	-0,031	0,0324	
1 trimestre	43,50	43,33	4,4142	0,5633	0,0370	0,0853	-0,026	0,0500	
1 mes	43,00	42,80	2,4128	0,5273	0,0656	0,0492	-0,043	0,0168	
2 meses	43,67	44,06	3,8850	0,5744	0,0443	0,0705	-0,032	0,0357	
1 trimestre	43,22	43,58	4,6889	0,5828	0,0365	0,0850	-0,026	0,0518	
4 meses	44,22	43,57	4,9613	0,5597	0,0319	0,0992	-0,023	0,0648	
2 meses	42,61	43,22	3,9237	0,5847	0,0450	0,0688	-0,031	0,0356	
1 trimestre	43,70	43,27	4,2897	0,5537	0,0372	0,0855	-0,026	0,0492	
4 meses	42,99	43,13	5,2650	0,5847	0,0319	0,0971	-0,022	0,0665	
5 meses	43,72	43,62	5,8693	0,5867	0,0281	0,1097	-0,021	0,0822	
1 semestre	43,66	43,88	6,6496	0,6035	0,0253	0,1196	-0,019	0,0992	
1 año	42,99	43,42	9,5344	0,6447	0,0175	0,1617	-0,014	0,1846	
1 semana	43,28	42,75	0,9412	0,4474	0,1358	0,0234	-0,085	0,0035	

1 mes	43,03	43,74	2,9212	0,5857	0,0628	0,0492	-0,043	0,0189
2 meses	43,89	43,56	3,5015	0,5420	0,0454	0,0706	-0,031	0,0335
1 trimestre	43,57	43,80	4,6497	0,5780	0,0364	0,0857	-0,026	0,0517
1 semestre	44,03	43,25	6,1141	0,5779	0,0260	0,1197	-0,019	0,0944
1 año	43,73	43,01	8,9641	0,6243	0,0180	0,1632	-0,014	0,1789
1 semestre	42,94	44,11	7,1270	0,6275	0,0247	0,1180	-0,019	0,1028
1 año	43,50	43,89	9,6185	0,6439	0,0173	0,1636	-0,014	0,1864
1 semana	43,71	43,03	0,8872	0,4280	0,1338	0,0234	-0,084	0,0034
1 mes	43,70	43,41	2,4066	0,5217	0,0647	0,0499	-0,043	0,0169
2 meses	43,03	42,65	3,4024	0,5394	0,0464	0,0691	-0,031	0,0327
1 trimestre	44,21	43,90	4,4093	0,5583	0,0366	0,0866	-0,026	0,0503
4 meses	44,57	43,51	4,7765	0,5468	0,0321	0,0995	-0,023	0,0634
5 meses	43,76	42,66	5,3023	0,5581	0,0292	0,1087	-0,020	0,0771
1 semana	42,81	44,10	1,9644	0,6859	0,1181	0,0217	-0,080	0,0054
1 mes	44,24	43,05	1,9946	0,4638	0,0651	0,0494	-0,042	0,0150
2 meses	43,45	43,71	3,7923	0,5686	0,0448	0,0701	-0,031	0,0351
1 mes	43,05	44,28	3,2353	0,6178	0,0607	0,0488	-0,043	0,0201



6.5 Aplicación del modelo a las opciones de venta (put).

Ahora vamos a presentar algunos resultados numéricos de las opciones y el valor de delta de la opción de venta del quintal de café en el mercado ecuatoriano, tomando en cuenta los mismos datos que se enunciaron en el modelo de las opciones de compra.



TABLA XXII

**RESULTADOS NUMERICOS PARA EL PRECIO DE LAS OPCIONES DE
VENTA MEDIANTE EL METODO DE BLACK-SCHOLES**

<i>Tiempo</i>	<i>Ex</i>	<i>P</i>	<i>Precio de la Opción</i>	<i>Delta</i>	<i>Gama</i>	<i>Theta</i>	<i>Vega</i>	<i>Rho</i>
1 semana	44,09	43,07	1,7355	-0,616	0,1301	0,0228	-0,076	-0,005
1 mes	43,90	43,63	2,5104	-0,477	0,0644	0,0502	-0,037	-0,019
2 meses	43,28	42,91	3,4281	-0,460	0,0461	0,0695	-0,025	-0,039
1 trimestre	42,73	43,38	3,6110	-0,406	0,0364	0,0841	-0,020	-0,053
4 meses	42,71	44,02	3,8987	-0,379	0,0305	0,0967	-0,017	-0,069
5 meses	43,13	43,06	4,9596	-0,412	0,0285	0,1082	-0,014	-0,095
1 semestre	43,40	44,29	5,0254	-0,380	0,0247	0,1192	-0,013	-0,109
1 año	43,51	43,44	7,2081	-0,364	0,0176	0,1632	-0,008	-0,230
1 semana	42,19	44,00	0,4704	-0,253	0,1067	0,0195	-0,067	-0,002
1 mes	43,25	42,90	2,5135	-0,483	0,0655	0,0494	-0,037	-0,019
2 meses	43,20	43,13	3,2862	-0,446	0,0457	0,0696	-0,025	-0,038
1 trimestre	42,67	42,83	3,8091	-0,424	0,0372	0,0839	-0,020	-0,055
4 meses	43,19	44,02	4,1335	-0,394	0,0308	0,0978	-0,017	-0,072
5 meses	42,83	43,85	4,4925	-0,382	0,0274	0,1079	-0,014	-0,089
1 semestre	42,63	43,60	4,9000	-0,377	0,0251	0,1171	-0,013	-0,107
1 año	43,46	43,92	7,0093	-0,355	0,0172	0,1635	-0,008	-0,226
1 semana	43,75	43,13	1,4908	-0,564	0,1340	0,0236	-0,079	-0,005
1 mes	43,93	43,66	2,5120	-0,477	0,0643	0,0502	-0,037	-0,019
2 meses	43,74	44,02	3,1734	-0,431	0,0445	0,0706	-0,025	-0,037
1 trimestre	42,92	42,81	3,9478	-0,435	0,0374	0,0842	-0,020	-0,056
4 meses	43,31	43,27	4,5003	-0,421	0,0319	0,0977	-0,017	-0,076
5 meses	43,90	43,58	5,1516	-0,419	0,0283	0,1099	-0,014	-0,098
1 semestre	43,06	43,48	5,1645	-0,391	0,0254	0,1181	-0,013	-0,111
1 año	43,63	43,09	7,4010	-0,373	0,0179	0,1630	-0,008	-0,235

1 semestre	44,87	44,94	5,5271	-0,400	0,0247	0,1228	-0,013	-0,118
1 año	44,41	43,11	7,8178	-0,386	0,0181	0,1649	-0,008	-0,245
1 semana	43,27	42,84	1,3734	-0,539	0,1360	0,0236	-0,079	-0,005
1 mes	43,04	43,10	2,3098	-0,456	0,0648	0,0493	-0,037	-0,018
2 meses	43,15	43,14	3,2557	-0,444	0,0456	0,0696	-0,025	-0,037
1 trimestre	42,72	43,48	3,1300	-0,406	0,0411	0,0841	-0,017	-0,052
4 meses	42,94	42,94	3,8963	-0,423	0,0363	0,0971	-0,014	-0,074
5 meses	43,69	44,80	3,9330	-0,380	0,0303	0,1101	-0,013	-0,087
1 semana	43,20	44,03	0,6693	-0,359	0,1407	0,0228	-0,068	-0,003
1 mes	43,29	43,13	2,1448	-0,473	0,0735	0,0496	-0,032	-0,019
2 meses	44,69	43,76	3,3954	-0,493	0,0514	0,0713	-0,022	-0,042
1 trimestre	42,72	43,50	3,0816	-0,401	0,0409	0,0841	-0,017	-0,051
4 meses	43,18	43,40	3,8259	-0,415	0,0358	0,0977	-0,014	-0,073
5 meses	42,74	45,06	3,4020	-0,343	0,0291	0,1069	-0,013	-0,079
1 año	43,24	43,49	6,1261	-0,363	0,0198	0,1632	-0,007	-0,219
1 semana	43,96	42,71	1,7541	-0,667	0,1411	0,0215	-0,062	-0,006
1 mes	43,28	43,03	2,1872	-0,480	0,0738	0,0495	-0,032	-0,019
2 meses	43,50	44,31	2,9334	-0,407	0,0437	0,0702	-0,025	-0,035
1 trimestre	43,87	43,89	3,9780	-0,430	0,0364	0,0862	-0,020	-0,057
1 mes	43,69	43,95	2,2552	-0,443	0,0633	0,0501	-0,037	-0,018
2 meses	43,13	43,04	3,2898	-0,447	0,0458	0,0695	-0,025	-0,038
1 trimestre	43,59	44,00	3,7877	-0,416	0,0361	0,0858	-0,020	-0,055
4 meses	43,40	43,73	4,3560	-0,409	0,0313	0,0981	-0,017	-0,074
5 meses	44,37	43,36	5,5014	-0,439	0,0287	0,1103	-0,014	-0,102
1 semestre	43,55	43,58	9,8877	-0,289	0,0101	0,2356	-0,003	-0,562
1 año	43,06	43,10	7,0939	-0,362	0,0177	0,1616	-0,008	-0,227
1 semana	42,83	43,33	0,9191	-0,413	0,1319	0,0234	-0,079	-0,004
1 mes	42,53	43,47	1,9061	-0,399	0,0626	0,0485	-0,036	-0,016
2 meses	43,63	44,11	3,0799	-0,422	0,0442	0,0705	-0,025	-0,036
2 meses	42,80	43,63	2,8728	-0,406	0,0443	0,0691	-0,025	-0,034
1 trimestre	43,68	43,56	4,0212	-0,435	0,0368	0,0857	-0,020	-0,057
1 mes	43,69	43,86	2,2953	-0,449	0,0636	0,0501	-0,037	-0,018

2 meses	44,69	43,63	3,8620	-0,491	0,0456	0,0710	-0,025	-0,042
1 trimestre	43,39	42,40	4,3873	-0,468	0,0382	0,0843	-0,019	-0,061
4 meses	43,95	42,55	5,1687	-0,465	0,0329	0,0976	-0,016	-0,083
4 meses	43,58	44,03	4,3257	-0,406	0,0310	0,0986	-0,017	-0,074
5 meses	43,66	43,73	4,9627	-0,409	0,0280	0,1096	-0,015	-0,095
1 semana	44,10	43,32	1,5917	-0,584	0,1321	0,0234	-0,078	-0,005
1 mes	43,68	43,29	2,5562	-0,485	0,0649	0,0498	-0,037	-0,020
2 meses	43,31	43,33	3,2545	-0,442	0,0454	0,0698	-0,025	-0,037
1 trimestre	43,60	43,32	4,0840	-0,441	0,0371	0,0855	-0,020	-0,058
4 meses	43,60	43,01	4,7667	-0,439	0,0323	0,0979	-0,016	-0,079
5 meses	43,47	43,58	4,9247	-0,407	0,0281	0,1092	-0,014	-0,095
1 año	42,79	42,81	7,0565	-0,363	0,0178	0,1605	-0,008	-0,226
1 semana	43,38	42,07	1,9025	-0,656	0,1284	0,0215	-0,071	-0,006
1 mes	43,23	43,22	2,3522	-0,460	0,0647	0,0495	-0,037	-0,019
2 meses	43,85	43,20	3,6016	-0,473	0,0459	0,0702	-0,025	-0,040
1 trimestre	43,50	43,33	4,0266	-0,437	0,0370	0,0853	-0,020	-0,057
1 mes	43,00	42,80	2,4283	-0,473	0,0656	0,0492	-0,037	-0,019
2 meses	43,67	44,06	3,1211	-0,426	0,0443	0,0705	-0,025	-0,037
1 trimestre	43,22	43,58	3,7749	-0,417	0,0365	0,0850	-0,020	-0,055
4 meses	44,22	43,57	4,8572	-0,440	0,0319	0,0992	-0,017	-0,080
2 meses	42,61	43,22	2,9488	-0,415	0,0450	0,0688	-0,025	-0,035
1 trimestre	43,70	43,27	4,1596	-0,446	0,0372	0,0855	-0,020	-0,059
4 meses	42,99	43,13	4,3919	-0,415	0,0319	0,0971	-0,017	-0,074
5 meses	43,72	43,62	5,0394	-0,413	0,0281	0,1097	-0,015	-0,096
1 semestre	43,66	43,88	5,3176	-0,397	0,0253	0,1196	-0,013	-0,114
1 año	42,99	43,42	6,9424	-0,355	0,0175	0,1617	-0,008	-0,224
1 semana	43,28	42,75	1,4282	-0,553	0,1358	0,0234	-0,079	-0,005
1 mes	43,03	43,74	2,0265	-0,414	0,0628	0,0492	-0,037	-0,017
2 meses	43,89	43,56	3,4557	-0,458	0,0454	0,0706	-0,025	-0,039
1 trimestre	43,57	43,80	3,8613	-0,422	0,0364	0,0857	-0,020	-0,056
1 semestre	44,03	43,25	5,7726	-0,422	0,0260	0,1197	-0,013	-0,120
1 año	43,73	43,01	7,4848	-0,376	0,0180	0,1632	-0,008	-0,236



1 semestre	42,94	44,11	4,8633	-0,373	0,0247	0,1180	-0,013	-0,107
1 año	43,50	43,89	7,0408	-0,356	0,0173	0,1636	-0,008	-0,227
1 semana	43,71	43,03	1,5238	-0,572	0,1338	0,0234	-0,078	-0,005
1 mes	43,70	43,41	2,5091	-0,478	0,0647	0,0499	-0,037	-0,019
2 meses	43,03	42,65	3,4139	-0,461	0,0464	0,0691	-0,025	-0,038
1 trimestre	44,21	43,90	4,1526	-0,442	0,0366	0,0866	-0,020	-0,059
4 meses	44,57	43,51	5,0765	-0,453	0,0321	0,0995	-0,017	-0,083
5 meses	43,76	42,66	5,4715	-0,442	0,0292	0,1087	-0,014	-0,101
1 semana	42,81	44,10	4,8028	-0,369	0,0246	0,1177	-0,013	-0,106
1 mes	44,24	43,05	2,9948	-0,536	0,0651	0,0494	-0,036	-0,022
2 meses	43,45	43,71	3,1602	-0,431	0,0448	0,0701	-0,025	-0,037
1 mes	43,05	44,28	7,0939	-0,362	0,0177	0,1616	-0,008	-0,227

6.6 Análisis gráfico del comportamiento de las opciones.

En esta sección vamos a realizar un análisis de los gráficos obtenidos mediante el software Deriva Gem, es decir vamos a observar como se comporta el precio de la opción versus las otras variables que mencionaremos continuación.

Como ya hemos enunciado en capítulos anteriores, las variables que afectan el precio de una opción son: el precio del subyacente, el precio del ejercicio, la tasa libre de riesgo en el mercado, la fecha de vencimiento o vida útil de la opción y por último la volatilidad.

Se va a graficar el comportamiento del precio de la opción para los dos escenarios, es decir para la compra y venta de opciones.

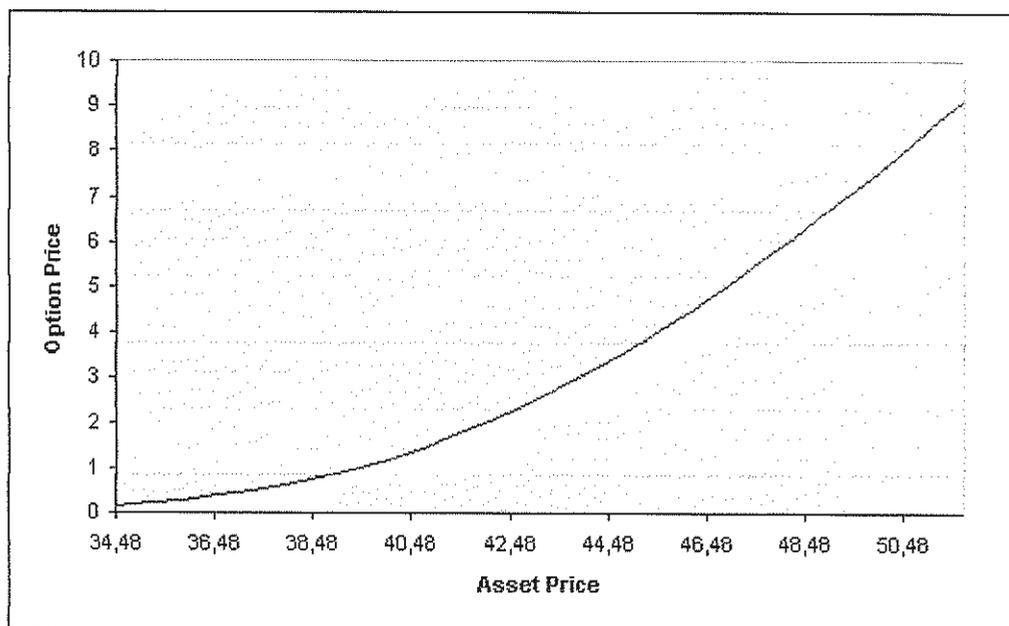
Se va a tomar como ejemplo para todos los gráficos el siguiente caso:

6.6.1 Ejemplo ilustrativo para los gráficos.

La fecha de vencimiento va ser de un mes, el precio del ejercicio de \$43.04, el precio de activo subyacente de \$43.10, a una tasa del 5.16% libre de riesgo en el mercado, con una volatilidad del 49.14% anual.

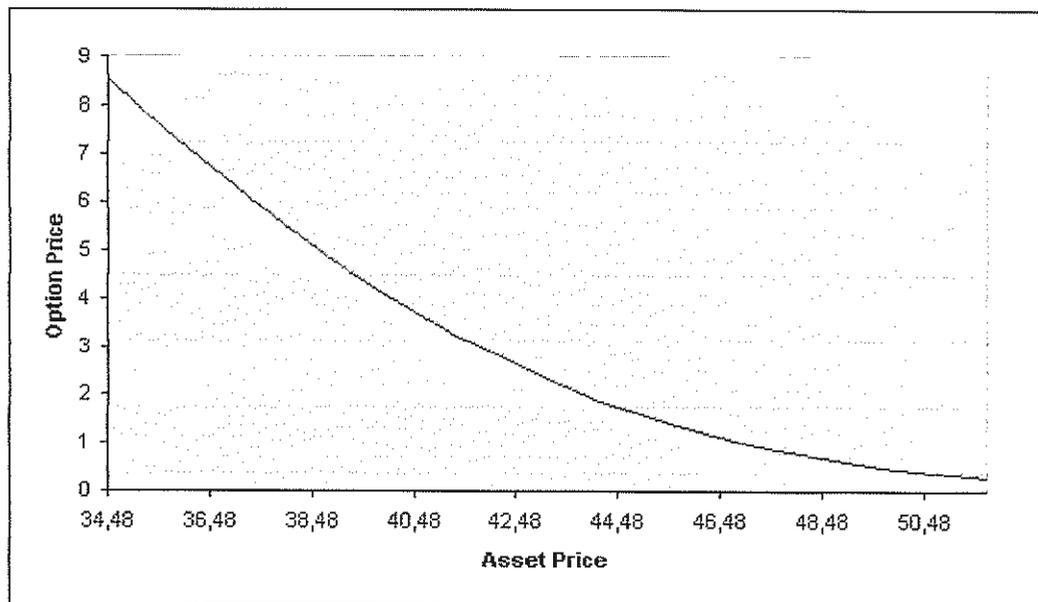
En el gráfico 6.3 se puede ver claramente que en una opción de compra a medida que el precio del activo crece de igual manera va a crecer el precio de la opción,

GRAFICO 6.3

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE

En el ejemplo dado se tiene que el precio de activo es de \$43.10, y se calculó el precio de la opción en \$2.55, es decir que a medida que el precio del activo en el mercado suba también va a subir el precio de la opción. Por tanto, hay una relación positiva entre ambas variables.

GRAFICO 6.4

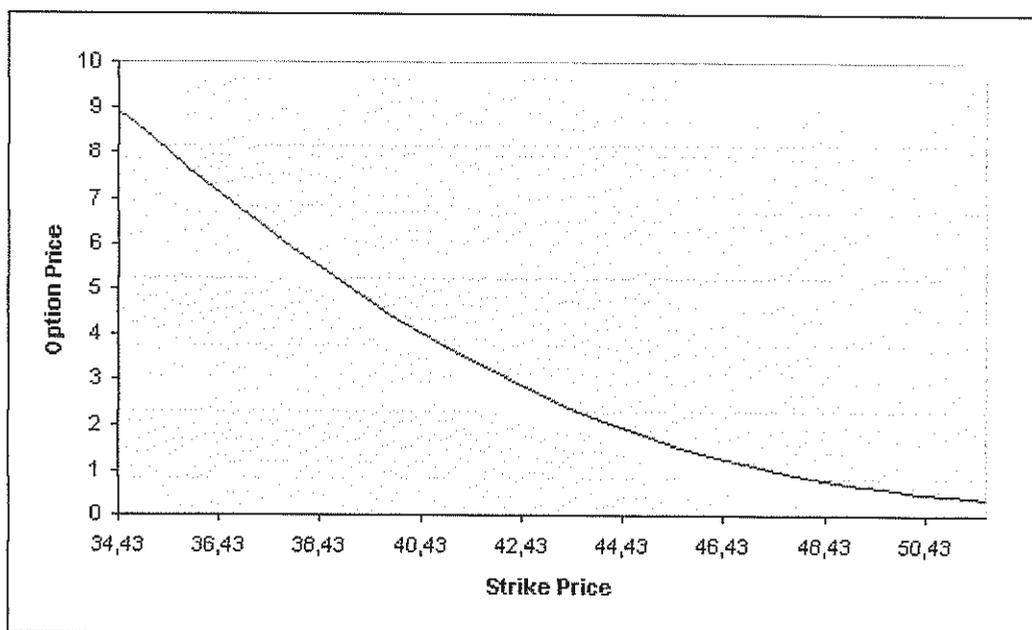
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL ACTIVO SUBYACENTE

Para el caso de las opciones de venta observando el gráfico 6.4, se observa que a medida que el precio del activo crece el precio de la opción va a disminuir.

En nuestro ejemplo se obtuvo que el precio del activo fue de \$43.10, y el precio de la opción de venta \$2.30, con lo que se concluye que a mayor precio de subyacente, menor es la probabilidad de acabar dentro del dinero. La relación es negativa.

GRAFICO 6.5

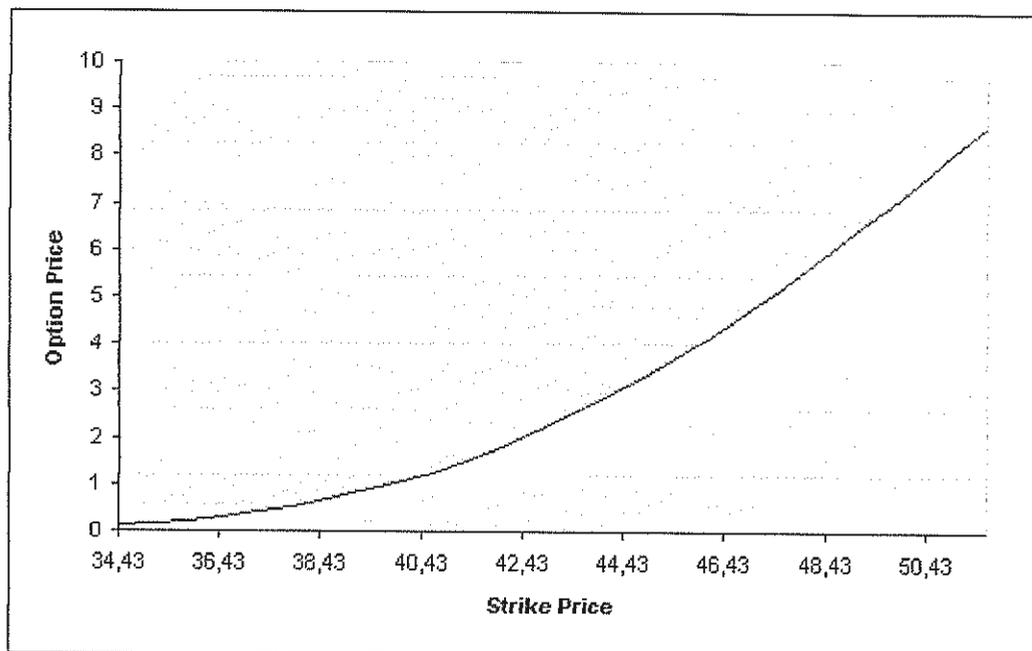
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL) PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL EJERCICIO



Analizando el gráfico 6.5 vemos que en el escenario de las opciones de compra, a medida que el precio del ejercicio suba el precio de la opción de venta va a disminuir.

Para realizar el gráfico se obtuvo como precio de ejercicio \$43.04, para luego calcular el precio de la opción de compra en \$2.55, por lo tanto en este caso a medida que el precio del ejercicio suba el precio de la opción de venta bajará su precio. Por lo que encontramos una relación negativa entre estas dos variables.

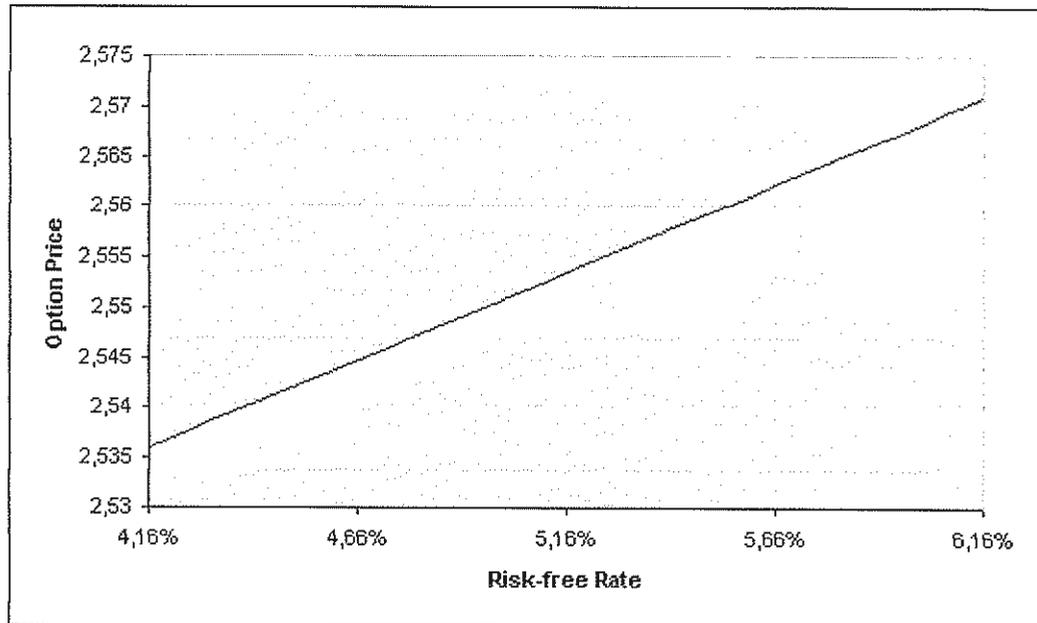
GRAFICO 6.6

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)PRECIO DE LA OPCIÓN VS PRECIO DEL EJERCICIO

En el caso de las opciones de venta observando el gráfico 6.6 se puede ver claramente que en una opción de venta a medida que el precio del ejercicio suba el precio de la opción de venta va a subir de igual manera,

Volviendo a nuestro ejemplo el precio del ejercicio fijado fue de 43.04, para así calcular el precio de la opción de venta en \$2.30, concluyendo que a mayor precio de ejercicio, mayor es el precio de la opción de venta debido a que aumentan las posibilidades de que se acabe dentro del dinero. La relación es positiva.

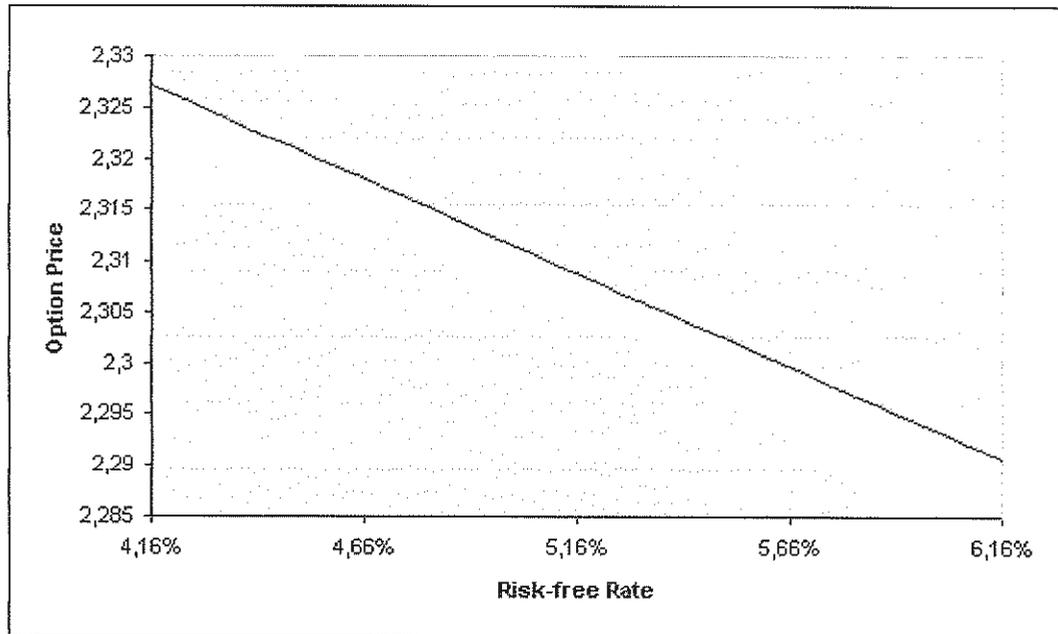
GRAFICO 6.7

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)PRECIO DE LA OPCIÓN VS TASA LIBRE DE RIESGO

En el gráfico 6.7 se observa que con la tasa de interés libre de riesgo en el mercado de 5.16% se obtuvo el precio de la opción de compra en \$2.55, pero a medida que esta tasa vaya creciendo el precio de la opción de igual manera crecerá.

Por lo tanto el precio de la opción de compra se elevará con lo que la relación que guardan estas dos variables será positiva.

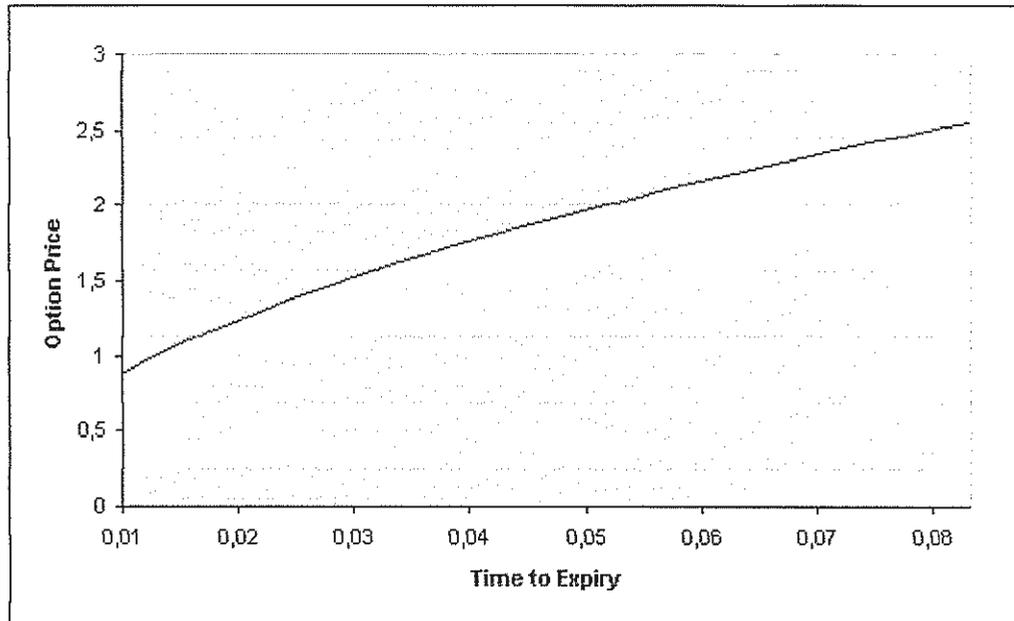
GRAFICO 6.8
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)
PRECIO DE LA OPCIÓN VS TASA LIBRE DE RIESGO



En el gráfico 6.8 para el caso de las opciones de venta se puede ver que a medida que la tasa libre de riesgo suba se disminuirá el precio de la opción de venta.

En el ejemplo anterior con una tasa del 5.16% libre de riesgo se obtuvo el precio de la opción de venta en \$2.30, por lo que queda demostrado que a mayor tasa de interés, menor es el valor presente del precio de ejercicio y, por ello, menor la probabilidad de acabar *dentro del dinero*. La relación es negativa.

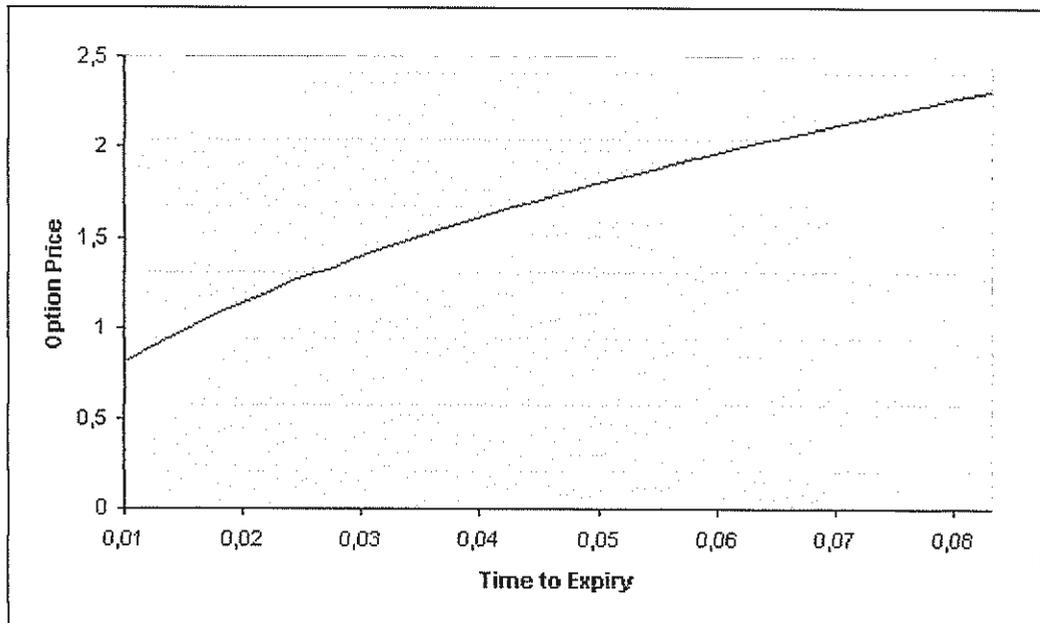
GRAFICO 6.9

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)PRECIO DE LA OPCIÓN VS FECHA DE VENCIMIENTO

Para el caso de las opciones de compra, observando el gráfico 6.9 se puede apreciar claramente que a medida que aumenta el tiempo de vencimiento también aumentará el precio de la opción de compra.

En el ejemplo vemos que el tiempo de vencimiento se fijó en un mes, pero si lo incrementamos a dos meses el precio de la opción también lo hará. Esta relación es positiva.

GRAFICO 6.10

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)PRECIO DE LA OPCIÓN VS FECHA DE VENCIMIENTO

Para el gráfico expuesto se puede ver cuando aumenta la fecha de vencimiento también aumentará el precio de la opción de venta.

Tenemos es mismo caso en el ejemplo anterior. Por lo que la relación es negativa y la razón es que en cuanto más tiempo haya, la probabilidad de que acabe *fuera del dinero* es mayor.

GRAFICO 6.11

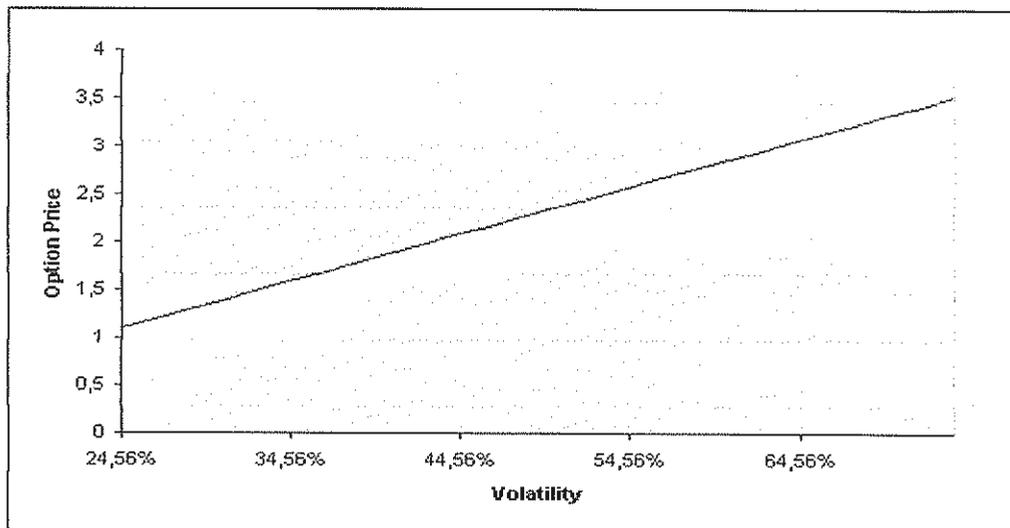
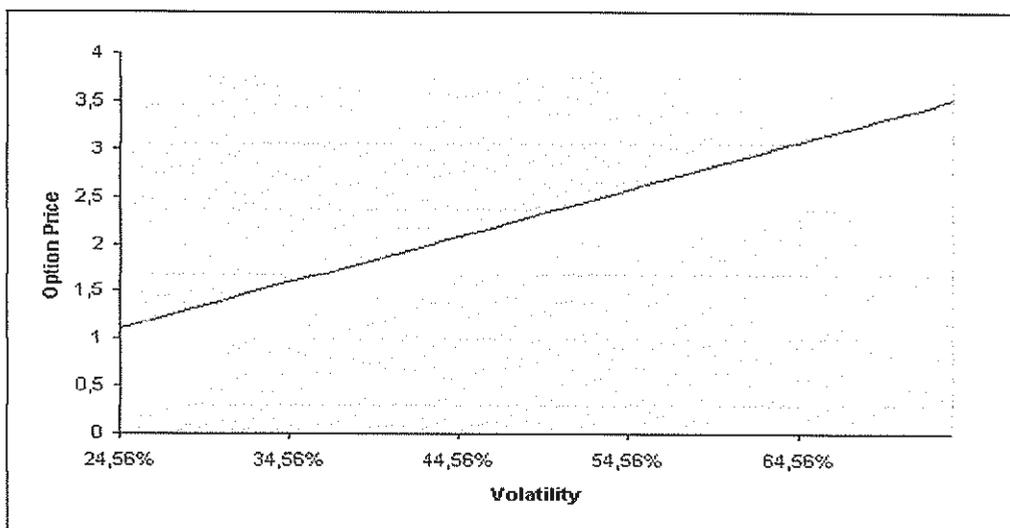
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)PRECIO DE LA OPCIÓN VS VOLATILIDAD

GRAFICO 6.12

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)PRECIO DE LA OPCIÓN VS VOLATILIDAD

Apreciando los gráficos 6.11 y 6.12 podemos decir que a medida que la volatilidad se incrementa también se incrementará el precio de la opción.

Aquí la relación es positiva en ambos escenarios el de la compra como en el de la venta. A mayor volatilidad, mayor incertidumbre y mayor es el precio de la opción.

En la tabla XXII se resume los determinantes del valor de una opción de compra tanto como para la venta, así también se aprecian las relaciones que estas guardan con el precio de la opción.

TABLA XXIII
DETERMINANTES DEL VALOR DE UNA OPCIÓN DE COMPRA -
VENTA Y SU RELACIÓN.

Variable	Opción de compra	Opción de Venta
	Relación	
Precio de la Acción Subyacente	+	-
Precio del ejercicio	-	+
Tasa libre de Riesgo	+	-
Fecha de expiración	+	-
Volatilidad	+	+



Por analogía a los gráficos anteriores podemos concluir que el precio de una opción de venta depende de los mismos factores que el de la opción de compra. Sin embargo, la relación de éstos con los precios es la opuesta.

6.7 Análisis gráfico de la sensibilidad de las opciones.

En esta sección vamos a analizar los gráficos de la sensibilidad de las opciones, las mismas que se las obtuvo con el software ya mencionado, con el mismo ejemplo y parámetros del análisis anterior.

Delta.

La delta de una opción, se define como la tasa de cambio del precio de una opción con respecto al precio de la opción. Generalmente se le da tres interpretaciones:

1. Es la sensibilidad de la prima a las variaciones del precio del subyacente.
2. Es el equivalente en el subyacente de la opción.
3. Es la probabilidad de que la opción sea ejercida o acabe dentro del dinero.

GRAFICO 6.13

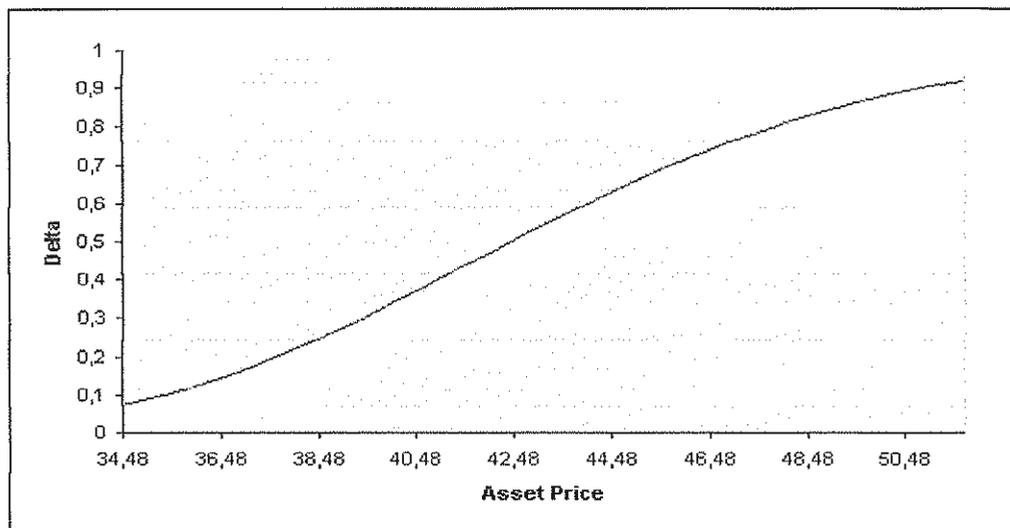
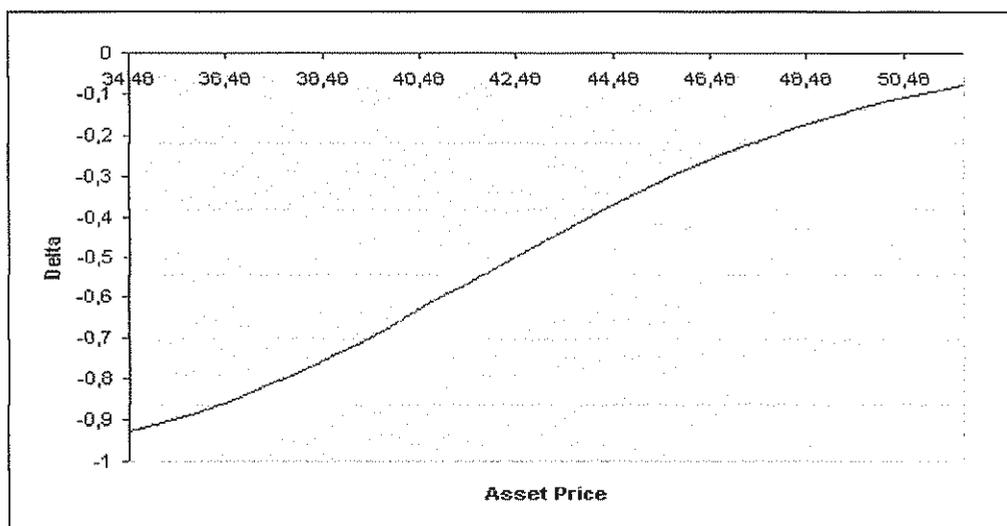
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)DELTA VS ACTIVO SUBYACENTE

GRAFICO 6.14

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)DELTA VS ACTIVO SUBYACENTE

En el gráfico 6.13 se puede apreciar el comportamiento del delta de la opción versus el precio del activo subyacente, el valor del delta para caso de las opciones de compra fue de \$0.544, esto significa cuando el precio del subyacente cambia uno por ciento, el precio de la opción cambiará en 0.6 por ciento.

Por lo tanto la serie está *at-the-money* ya que tiene un delta alrededor de 0.5, es decir por cada centavo que varíe el activo subyacente la prima de una opción *at-the-money* cambiará la mitad, es decir \$0.544

Para la opción de venta representada en el gráfico 6.14, el valor del delta fue de \$-0.455, es decir, se encuentra *at-the-money*, ya que su delta se encuentra alrededor de 0.5.

En la apreciación ambos gráficos se pueden ver claramente que las opciones call suben de precio al subir el subyacente, por su delta positivo, mientras que las opciones put suben de precio al bajar el activo subyacente, por lo que su delta es negativo.

GRAFICO 6.15

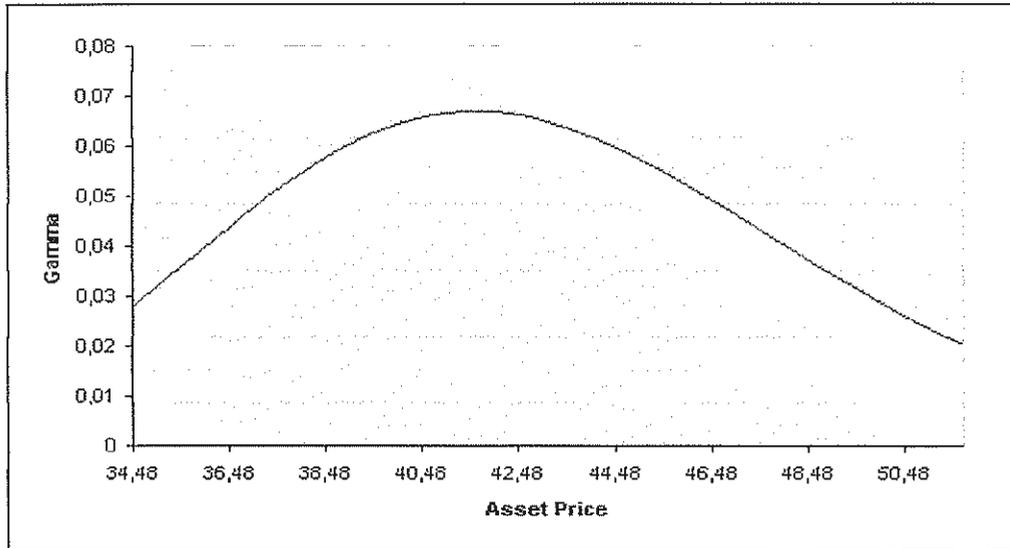
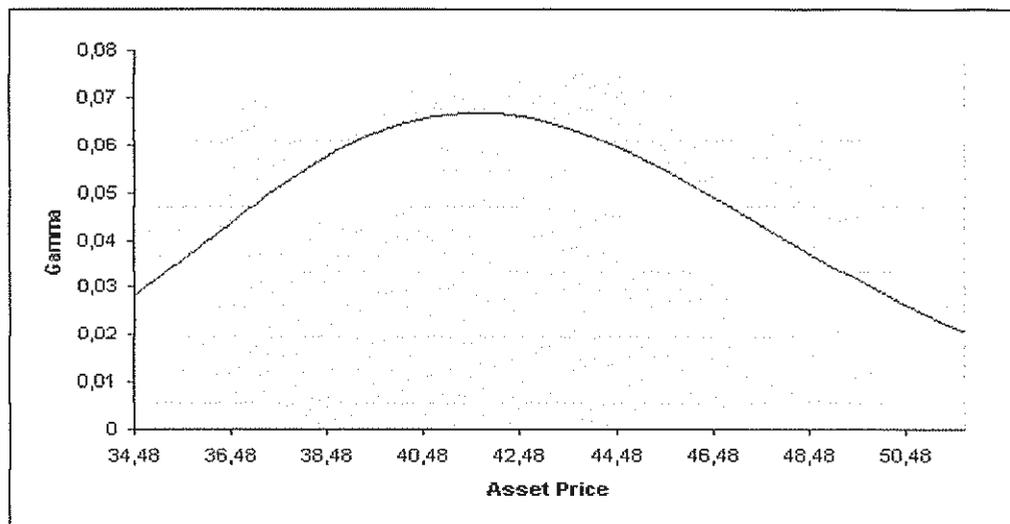
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)GAMMA VS ACTIVO SUBYACENTE

GRAFICO 6.16

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)GAMMA VS ACTIVO SUBYACENTE

Gamma.

La gamma se define como la delta de la delta. Es decir es la sensibilidad de la delta a los cambios de precio del activo subyacente, dicho de otra manera, el valor del gamma nos indica lo que aumenta o disminuye la delta de la opción si el precio del subyacente cambia.

Como se puede observar en ambos gráficos el gama de la opción de venta como de compra no varía en lo absoluto, el valor del gamma para las opciones de compra como para las de venta es de \$0.064, esto quiere decir que es la variación teórica de la delta de una opción por cada centavo de dólar que cambia el activo subyacente.

Como ejemplo tenemos el delta la opción call calculada en el literal anterior que nos dio \$0.544, y el gamma de \$0.064 tenemos que por el aumento de un centavo de dólar del activo subyacente la delta cambiará \$0.608, en cambio por una caída de un centavo de dólar el delta será de \$0.480.

Esta gráfica es conocida por los inversionistas como la curvatura de la opción.

GRAFICO 6.17

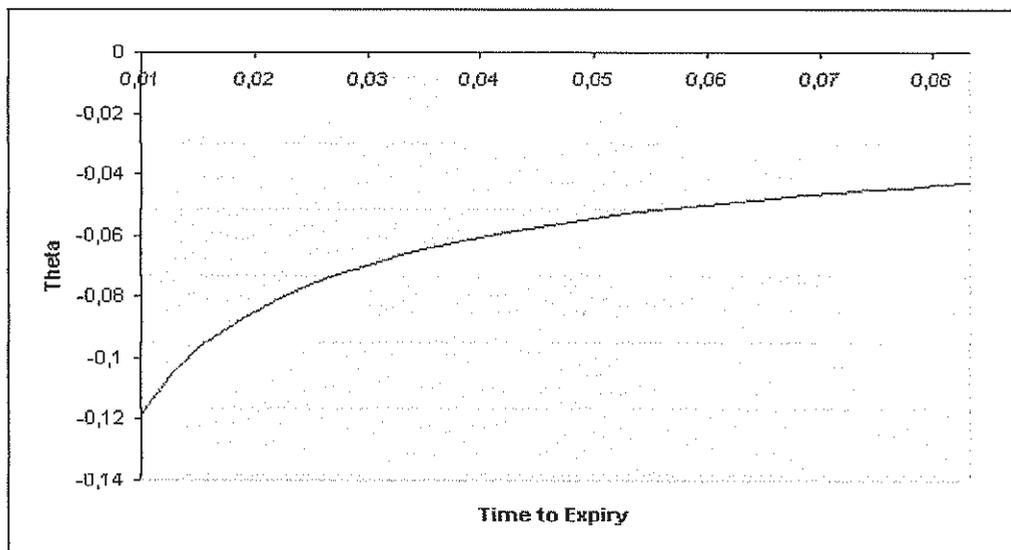
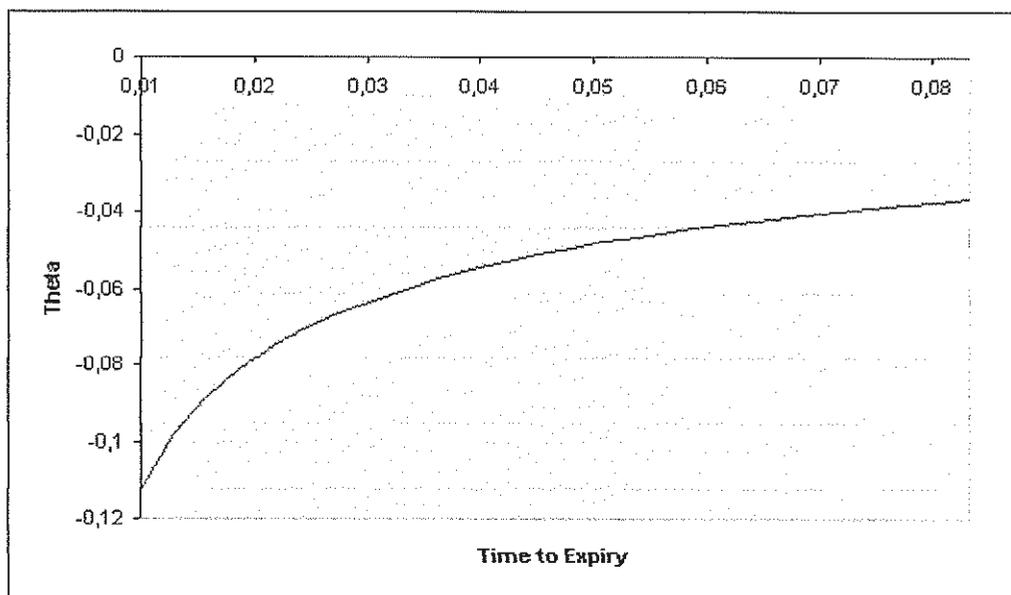
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)THETA VS FECHA DE VENCIMIENTO

GRAFICO 6.18

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)THETA VS FECHA DE VENCIMIENTO

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 pasa sin que haya habido movimiento en el activo subyacente, ésta pérdida teórica por cada día que pase se la conoce como theta.

El valor de theta de una opción mide la sensibilidad del precio de la opción al paso del tiempo hasta que la opción expire, su valor siempre es negativo, el signo obedece al hecho de que el valor en el tiempo de la opción decrece al paso del tiempo. Entre mayor sea el valor absoluto del theta, mayor será la pérdida por día del valor de la opción proveniente de mantener una opción debido al decaimiento del tiempo de la opción.

En nuestro ejemplo para el caso de las opciones de compra el theta fue de -0.042, es decir con una opción con un theta de -0.042 perderá 0.042 en su valor justo teórico por cada día sin cambios en el activo subyacente,

GRAFICO 6.19

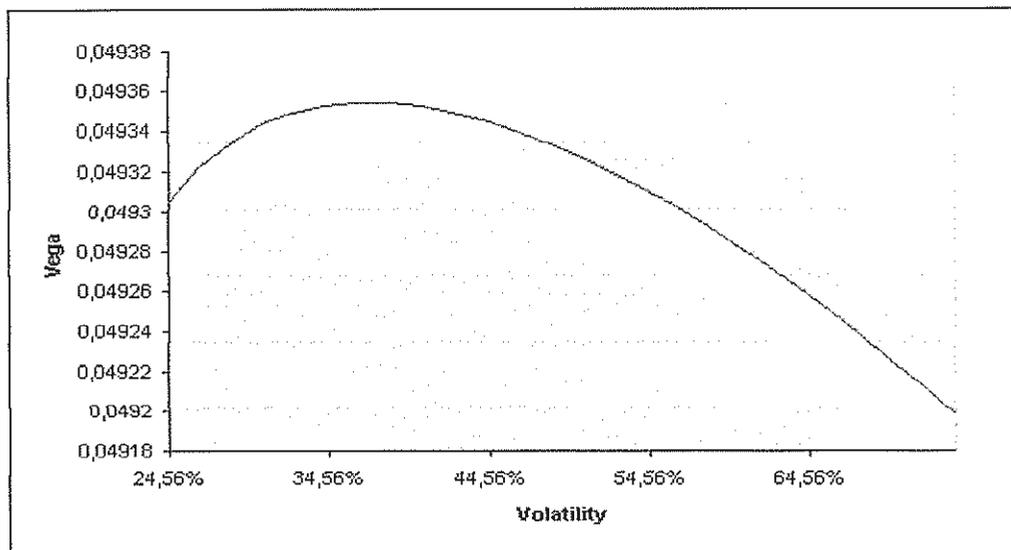
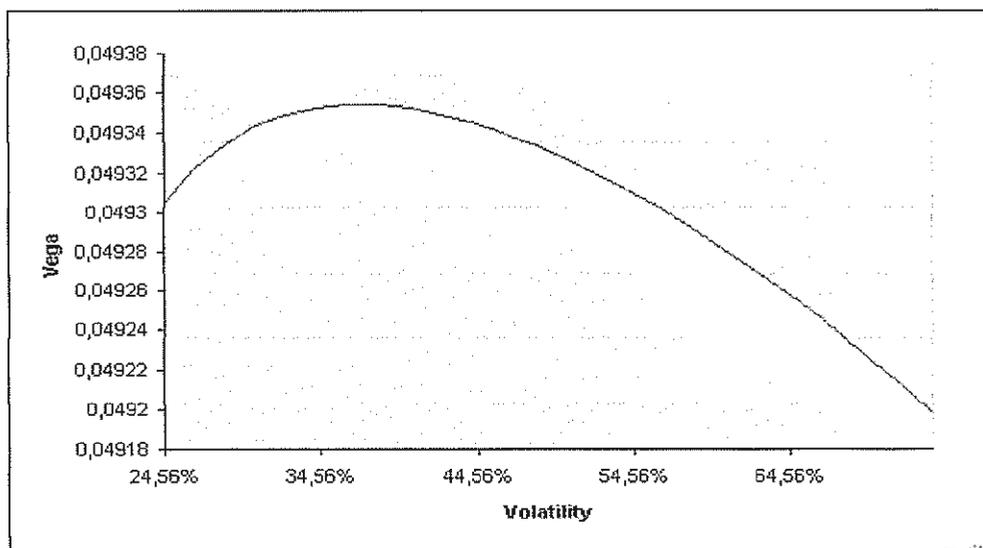
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)VEGA VS VOLATILIDAD

GRAFICO 6.20

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)VEGA VS VOLATILIDAD

Vega.

Como se recuerda en los capítulos anteriores, los precios de las opciones dependen de las volatilidades del precio del activo subyacente.

La volatilidad es un factor muy 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.

En nuestro caso, tenemos un vega de 0.049 para las opciones de compra, lo que significa que para una opción con un vega de 0.049 ganará o perderá 0.049 centavos de dólar por cada punto porcentual de aumento o disminución de su volatilidad.

El valor de vega disminuye cuando nos alejamos del dinero o nos adentramos mucho en el dinero. De esta manera, opciones muy <<*in-the-money*>> o muy <<*out-the-money*>> tienen menos sensibilidad a cambios en la volatilidad.

GRAFICO 6.21

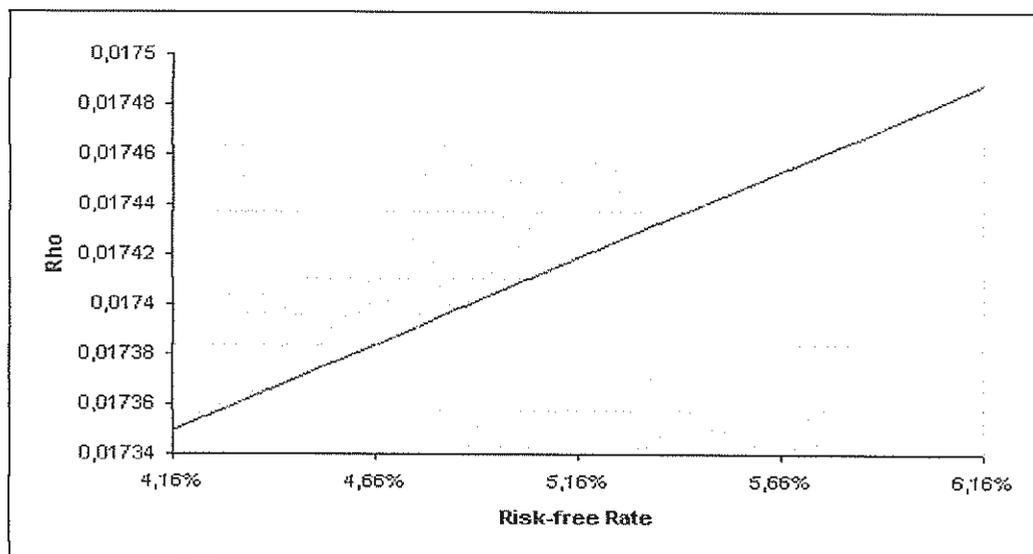
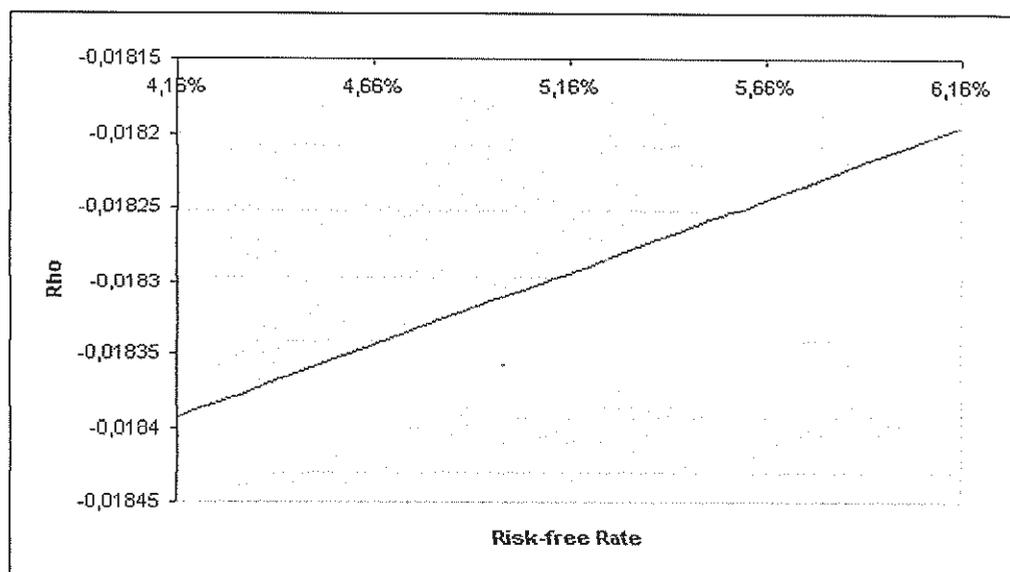
COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES CALL)RHO VS TASA LIBRE DE RIESGO

GRAFICO 6.22

COMPORTAMIENTO GRÁFICO (OPCIONES PUT)RHO VS TASA LIBRE DE RIESGO

Rho.

El rho mide el cambio del precio de la opción ante un cambio en la tasa libre de riesgo.

Volviendo a nuestro ejemplo tenemos que para una opción call el rho fue de 0.017, esto quiere decir que la opción call ganará o perderá 0.017 centavos de dólar por cada punto porcentual de aumento o disminución.

Este parámetro es el menos importantes de las opciones, debido a que los inversionistas han demostrado que los cambio se generalmente pequeños.

CAPITULO VII

CUNCLUSIONES

1. En los últimos 4 años Brasil se ha destacado como el principal productor a nivel mundial de café, en la actualidad con 32600 de sacos de 60 Kg., El 50% de la producción mundial está representada por Brasil, Colombia, Vietnam e Indonesia.
2. Se concluye que el consumo de café en el año 2000 osciló entre 81 y 82 millones de sacos en los países importadores con un crecimiento de 1.3% en el período 1996/2000. Sumando ese volumen a los 25 millones, más o menos, consumidos en los países productores, se llega a 106197 millones de sacos de consumo en el mundo en el año 2000.
3. A nivel nacional los factores que han influido en la variación de los precios son las heladas en Brasil, la sequía en Colombia, los problemas políticos en El Salvador entre otros.

4. Actualmente se producen alrededor de 2 000 000 de sacos de 60 Kg., lo que equivale a 120 000 TM, de los cuales se exportan 1,3 millones de sacos. La superficie cultivada bordea las 350 000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 0.37 TM/Ha, lo que equivale a 7 quintales por hectáreas al año.

5. La población económicamente activa vinculada a este sector es de 159.987 personas, es decir constituyen el 4.1% de la población económicamente activa total, y el 13% de la PEA agrícola para el año 1987.

6. La comercialización del café es uno de los más serios problemas de la producción del grano en el Ecuador. Por esta razón, la comercialización debería ser estimada como un factor crítico, desde que el presente esquema presiona incluso a los caficultores. Una gran parte de las ganancias va a manos de los intermediarios, lo que genera gran malestar en los caficultores.



7. En términos reales, el precio ha disminuido alrededor de 53%, es considerado un serio perjuicio a la rentabilidad potencial de los caficultores. Por lo que queda en evidencia que el precio del café depende de varios intermediarios envueltos en el proceso.
8. Hay que señalar que las opciones europeas solo pueden ser ejercitadas en la fecha de vencimiento, mientras que una opción americana, puede ser ejercitada en cualquier momento hasta su fecha de vencimiento incluida.
9. Los especuladores actúan tomando posiciones en el mercado. Tales posiciones suponen una apuesta, bien de que el precio irá al alza o de que irá a la baja.
10. Una opción de compra tiene más importancia cuando el precio de las acciones sube en el mercado y menos valor cuando el precio del ejercicio aumenta, y una opción de venta tiene mayor importancia para su poseedor cuando el precio de las acciones baje, mientras que su importancia desciende cuando el precio de las acciones suba

11. El comportamiento del precio de las opciones de compra y de venta con respecto al precio de las acciones están correlacionadas negativamente, esto quiere decir que mientras la una se avalúa a mayor precio la otra tiende a disminuir su precio,
12. Debido a que la volatilidad es una medida de incertidumbre si un activo subyacente tiene una gran volatilidad, el comprador de una opción puede tener que pagar más por ella que por una opción sobre unas acciones con baja volatilidad.
13. Se obtuvo una estimación de la volatilidad mediante datos históricos para el precio del quintal de café variedad arábica que fue del 33.59% para el año 2001, mientras que para el año 2002 se obtuvo una estimación de 49.14 %
14. Las opciones de compra tienen una delta positiva de entre cero y uno, siendo cero la de las opciones muy <<out-of-the-money>> y 1 para las series que están muy <<in-the-money>>. Las opciones de venta tienen deltas negativas y están entre -1 y 0.



15. Las opciones de compra (call) suben de precio al subir el precio del activo subyacente, por lo que tienen delta positivo, mientras que las opciones de venta (put) suben de precio cuando el precio del activo subyacente baja, es decir tiene delta negativa.

16. Si el precio del activo subyacente está por encima del precio del ejercicio, es casi 100% seguro ejercer la opción, mientras que si el precio de los activos subyacentes están por debajo del precio del ejercicio es casi nulo el hecho de ejercer la opción

17. El modelo Garch (1,1) si nos proporciona predicciones confiables con respecto a las volatilidades del cambio porcentual de los precios del quintal del café.

18. Los instrumentos financieros derivados son enormemente flexibles y representan un gran avance para la economía financiera moderna, ya que su gama de aplicación es prácticamente infinita.

19. La utilización de instrumentos derivados necesita obligadamente soporte informático a muchos niveles. El nivel más elemental es la valoración de opciones.

RECOMENDACIONES

1. El cultivo, producción, comercialización, industrialización y aportación del café, constituyen un sector relevante en la economía del país, por lo que es necesario trabajar mancomunadamente entre los sectores privado y público, a fin de lograr su desarrollo sostenido y alcanzar un mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los agricultores dedicados a esta actividad, así como el fortalecimiento y ampliación de las exportaciones y el incremento del aporte en divisas para la economía ecuatoriana.
2. La creación de un centro de capacitación continua en las entidades donde se manejan con mucha frecuencia el riesgo y las transacciones con opciones de compra y venta, así como también para poder estar informado semana a semana como se mueve en mercado en este sector.



3. Existe evidencia que se comprobó que entre el caficultor y el exportador de café hay un número de intermediarios, los cuales en el mejor de los casos encontramos desde dos y hasta cuatro, por lo que debe existir una entidad ya sea pública o privada que se encargue del control de la comercialización netamente en las haciendas, ya que el único perjudicado es el caficultor.

4. Mantener información actualizada al público en general de cómo se está moviendo el mercado de riesgo, así como también el mercado de opciones, para que las personas interesadas en esos tipos de negocios estén al día y puedan conocer el tipo de movimiento que se esté efectuando, estas publicaciones pueden ser de manera escrita en el diario de mayor venta en el país, o en algún espacio noticiero.

5. La creación de una cámara de compensación, la misma que garantice el cumplimiento y culminación de la compra y venta de las opciones de cualquier tipo de activo subyacente.



6. La creación de una revista agrícola-financiera con información acerca del precio del café en el Ecuador, ya que no existe una entidad que se encargue de analizar el comportamiento del precio del grano, esto se debe a la falta de importancia que tienen los datos históricos para este producto.

7. Mejorar el precio de la oferta y demanda del grano en nuestro país, es por esto que se debe tener un control exhaustivo en la comercialización del grano en el país, ya que nuestro café es de muy buena calidad y es competitivo en el mercado internacional.

8. El mercado de opciones en nuestro país no es de gran conocimiento por parte de las autoridades encargadas del control de la comercialización, por lo tanto se debería capacitar a dichas personas la información necesaria para realizar acuerdos entre caficultor y productor para así tener un mejor precio del grano donde el único ganador sea nuestra economía.



BIBLIOGRAFIA

1. JHON c. Hull. "Options, Futures & other Derivates",
Prentice Hall 4th Edition.
2. David Ford "Invertir en el Mercado de Opciones",
Financial Times 1994.
3. James Rodríguez de Castro "El Riesgo Flexible"
Ciencia de CDN La Dirección.
4. Jaime Díaz Tinoco y Fausto Hernández Trillo "Futuros y Opciones
Financieras, Una Introducción"
5. Banco Central del Ecuador "El Café, Nuestro Frente al Nuevo Milenio"
6. www.sica.gov.org
7. www.corpei.gov.org

