

## REICE

### Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas

Abriendo Camino al Conocimiento

Área de Conocimiento de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

Vol. 12, No. 23, enero – junio 2024

REICE ISSN: 2308-782X

<https://revistas.unan.edu.ni/index.php/reice>

[revista.reice@unan.edu.ni](mailto:revista.reice@unan.edu.ni)

### Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

### Validation of the Black-Scholes model as a financial call option pricing tool

Fecha de recepción: mayo 13 de 2024

Fecha de aceptación: mayo 24 de 2024

#### Leonel Antonio Flores Méndez

Departamento de Economía

Área de Conocimiento de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

Correo: [leonel.flores@unan.edu.ni](mailto:leonel.flores@unan.edu.ni)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3416-5044>

#### Oliver David Morales Rivas

Departamento de Economía

Área de Conocimiento de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

Correo: [oliver.morales@unan.edu.ni](mailto:oliver.morales@unan.edu.ni)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9997-8679>

#### Frank Eduardo Matus Rodríguez

Departamento de Economía

Área de Conocimiento de Ciencias Económicas y Administrativas

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

Correo: [fmatus@unan.edu.ni](mailto:fmatus@unan.edu.ni)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0331-1501>



Derechos de autor 2024 REICE: Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas. Esta obra está bajo licencia internacional [Creative Commons Reconocimiento -NoComercial-CompartirIgual 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/). Copyright (c) Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas de la UNAN-Managua.

## Resumen

El presente artículo, realiza una validación del Modelo Black-Scholes, comparando las cotizaciones del mercado de cinco empresas tecnológicas altamente conocidas (Microsoft, Apple, Amazon, IBM y Alphabet) con las estimaciones obtenidas mediante dicho modelo y un escenario de volatilidad ajustada. Los resultados muestran discrepancias significativas entre las cotizaciones del mercado y las estimaciones del modelo. Para Microsoft resultó un margen de error del -56%, para Apple un margen del -19%, Amazon un -47%, en cuanto a IBM y Alphabet dicho margen da como promedio -33%. Las estimaciones del modelo Black-Scholes, incluso ajustadas por volatilidad, son consistentemente inferiores a las cotizaciones del mercado, con márgenes de error que varían desde el -19% hasta el -56%. Esto sugiere que el modelo puede estar subestimando las valoraciones del mercado actual, debido a que no se contemplaron principios como la falta de costos de transacción, otros métodos de calibrar la volatilidad finanzas para así poder determinar estimaciones con un grado mayor de precisión.

**Palabras claves:** Modelo Black-Scholes, Modelo GARCH, Instrumentos de valoración de precios, Activos financieros y Opciones financieras.

## Abstract

This article validates the Black-Scholes Model, comparing the market prices of five highly known technology companies (Microsoft, Apple, Amazon, IBM and Alphabet) with the estimates obtained through said model and an adjusted volatility scenario. The results show significant discrepancies between market quotes and model estimates. For Microsoft it was a margin of error of -56%, for Apple a margin of -19%, Amazon a -47%, as for IBM and Alphabet this margin averages -33%. Black-Scholes model estimates, even adjusted for volatility, are consistently lower than market quotes, with margins of error ranging from -19% to -56%. This suggests that the model may be underestimating current market valuations, because principles such as the lack of transaction costs, other methods of calibrating financial volatility were not considered in order to determine estimates with a higher degree of precision.

**Key words:** Black-Scholes Model, GARCH Model, Pricing Instruments, Financial Assets and Financial Options.

## Introducción

El presente artículo tiene como propósito aplicar el Modelo Black-Scholes y estimar el grado de efectividad que posee para establecer el precio óptimo de una opción financiera, en este caso, se va centrar en la opción de compra. La principal problemática, radica en la complejidad de la notación del modelo y, de la misma naturaleza del mercado al que se va estudiar. Es por ello, que resulta de relevancia que se pueda mostrar el desarrollo de casos prácticos, tomando opciones de acciones ampliamente reconocidas, donde se pueda entablar los resultados con las cotizaciones en tiempo real.

REICE | 410

El factor más importante que contribuye al crecimiento de los tipos de títulos financieros disponibles en el presente, son las técnicas de finanzas que se emplean para calcularlas, todas ellas se derivan de la fórmula de Black-Scholes. En la actualidad, la mayor parte de las grandes corporaciones se basan en estos títulos financieros para administrar el riesgo. Sin la fórmula de Black-Scholes, el trabajo de los directores corporativos sería muy diferente: muchas corporaciones se verían forzadas a correr muchos más riesgos de los que corren (Berk & DeMarzo, 2008).

Este aporte, les valdría a sus autores que sus autores, Myron Scholes y Robert Merton (Fisher Black falleció en 1995 y no se conceden premios póstumos), en 1997, el premio Nobel de Economía. La importancia de dicho modelo radica en que, mediante el mismo, los autores revolucionaron los mercados de capital.

Una vez aclarados los antecedentes del modelo y su relevancia para las Finanzas, es importante destacar que, el propósito central de la investigación, es explicar las técnicas para calcular el precio de una opción de compra de una acción.

## Materiales y método

En cuando materiales a emplearse, principalmente se va hacer uso de plataformas de cotizaciones de opciones financieras, en el ámbito de las Finanzas Corporativas, existen espacios donde se puede revisar información pertinente sobre la cotización de las opciones financieras, estas son de uso gratuito, sin embargo, para implementación en la presente investigación se va emplear una plataforma de pago, la cual tiene una mejor precisión de las cotizaciones y es en tiempo real.

A como se menciona en el título, se ha aplicado el Modelo Black-Scholes, con el objetivo de determinar el precio óptimo de la cotización de opciones financieras de compra. La **fórmula del modelo Black Scholes** puede ser demostrada rigurosamente solo si existen ciertas condiciones establecidas. Los mercados financieros corresponden bien al modelo, pero no a la hipótesis central que dice que el tiempo es continuo. Hay ciertas discrepancias para los mercados modernos que pueden surgir cuando éstos están afectados por discontinuidades. (Vargas, 2009).

Según Fernández (1999) se encontró una solución analítica para el precio de **Call**, para ello se basan en los siguientes supuestos: 1) Los mercados financieros no tienen fricciones, este es, que no hay impuestos o costos de transacción, y todos los activos son perfectamente divisibles. 2) Las tasas de interés para prestar y pedir prestado son iguales y constantes entre t (hoy) y T (fecha de vencimiento de la opción), se asume que la tasa de interés por periodo, r, es compuesta continuamente. 3) La acción, activo subyacente, no paga dividendos entre t y T. 4) El precio de la acción, S(t), sigue un proceso log-normal. Esto es:

$$\ln \left( \frac{S(t_2)}{S(t_1)} \right) \sim N(\mu(t_2 - t_1), \sigma^2(t_2 - t_1))$$

Black, Scholes y Merton demostraron que, si se cumplen dichos supuestos, se puede determinar un precio óptimo de T de una **Call** en el mercado de opciones, teniendo como activo subyacente una acción o un bono libre de riesgo en un periodo

$t$ , transado en  $T$ . Es decir, el valor de *Call* en  $t$  de las cotizaciones en tiempo real del mercado, debe de ser igual al mercado replicado o simulado por la ecuación o modelo. Basándose en dicha observación, los autores encuentran que el precio en  $t$  de una *Call* en una acción como activo subyacente, está dado por:

$$C(S, K, t, r, \sigma, T) = S\Phi(d_1) - Ke^{-r(T-t)}\Phi(d_2).$$

Donde  $\Phi(\cdot)$  representa la función distribución acumulada de una variable normal estándar,  $d_1$  y  $d_2$  están dados por:

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

Una vez que se ha especificado el modelo a seguir, se debe de realizar cálculos previos y, además, de la base de datos de las cotizaciones de la empresa en estudio.

## Análisis de los Resultados

Para poder dar inicio a la aplicación del modelo, primero se debe de realizar la recopilación de datos del mercado de valores de cada una de las empresas que se van a estudiar, para ello, se deben de analizar las aperturas y cierres diarias de las cotizaciones de las acciones como el bien subyacente de donde se va desprender o derivar el precio de la opción de cada una.

*Tabla No. 1. Cotización y variación de valor de acciones en USD  
Periodo de Cotización del 17 de abril del 2023 al 16 de abril del 2024*

No. Cotización	Fecha	Microsoft Corporation		Apple Inc		Amazon		IBM		Alphabet	
		Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %
1	17/4/2023	288.80		165.23		102.74		127.82		106.42	
2	18/4/2023	288.37	-0.15%	166.47	0.8%	102.30	-0.43%	127.78	-0.03%	105.12	-1.22%
3	19/4/2023	288.45	0.03%	167.63	0.7%	104.30	1.96%	126.32	-1.14%	105.02	-0.10%
4	20/4/2023	286.11	-0.81%	166.65	-0.6%	103.81	-0.47%	126.36	0.03%	105.90	0.84%
5	21/4/2023	285.76	-0.12%	165.02	-1.0%	106.96	3.03%	125.73	-0.50%	105.91	0.01%
6	24/4/2023	281.77	-1.40%	165.33	0.2%	106.21	-0.70%	125.40	-0.26%	106.78	0.82%
7	25/4/2023	275.42	-2.25%	163.77	-0.9%	102.57	-3.43%	125.89	0.39%	104.61	-2.03%
8	26/4/2023	295.37	7.24%	163.76	0.0%	104.98	2.35%	125.85	-0.03%	104.45	-0.15%
9	27/4/2023	304.83	3.20%	168.41	2.8%	109.82	4.61%	126.97	0.89%	108.37	3.75%
10	28/4/2023	307.26	0.80%	169.68	0.8%	105.45	-3.98%	126.41	-0.44%	108.22	-0.14%

Nota: Datos extraído del Yahoo! Finanzas. Resto de cotizaciones en anexo 1.

Para poder determinar el nivel de volatilidad de cada una de las acciones de las empresas, se va a calcular la desviación estándar <sup>1</sup>, cada una de las empresas posee resultados diferentes (ver tabla 2).

$$^1 \text{Desviación Estandar: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

**Tabla No. 2. Desviación estándar por empresa**

No.	Nombre	Desviación Estándar $\sigma$
1	Microsoft Corporation	1.3809%
2	Apple Inc	1.2371%
3	Amazon	1.8480%
4	IBM	1.1982%
5	Alphabet	1.7024%

Nota: Calculado a partir de las cotizaciones

Para continuar, se deben de revisar las cotizaciones, en tiempo real, de las opciones de las acciones de las empresas que se están estudiando, para ello se define un periodo de 30 días, lo cual anualizado sería  $t=0.11$ , ver la siguiente gráfica No.1 de las cotizaciones.

**Ilustración 1: Cotización de opciones de Microsoft en tiempo real.**

MSFT MICROSOFT CORP NASDAQ  
**397,00USD** -7,27 -1,80 %  
 Oferta Demanda

Cotización Opciones Fundamentales Noticias

Cadena de opciones Análisis

Mercado cerrado 15 horas hasta la apertura. Se muestran los últimos precios.

WAP	Vol. opc.	Último VI	VI/Vol. Hist.	Rango IV 525	Porc. VI 525	Int. P/C	Yol. P/C	Oe. VI	Cambio VI	Vol. Hist.	Cambio vol. Hist.	Com. vol. opc.
—	430K	30,6 %	1591 %	76	97 %	0,73	0,85	29,954 %	0,681	19,251 %	19,251 %	155,593 %

Asistente de opciones Ver Calls y Puts Mercado SMART

Apr 26 '24 <sup>W</sup>	May 03 '24 <sup>W</sup>	May 10 '24 <sup>W</sup>	May 17 '24	May 24 '24 <sup>W</sup>	May 31 '24 <sup>W</sup>	Jun 07 '24	Jun 14 '24	Jun 21 '24	Jun 28 '24	Jul 05 '24	Jul 12 '24	Jul 19 '24	Jul 26 '24	Aug 02 '24	Aug 09 '24	Aug 16 '24	Aug 23 '24	Sep 06 '24	Sep 13 '24	Sep 20 '24	Sep 27 '24	Oct 04 '24	Oct 11 '24	Oct 18 '24	Oct 25 '24	Nov 01 '24	Nov 08 '24	Nov 15 '24	
8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Nota: Extraído de la plataforma IBKR -PRO

Tener las cotizaciones de las opciones es fundamental para el cálculo, debido a que la variable “**strike**” es el precio del ejercicio de la opción, y para ello, únicamente se puede extraer con las oferta y demanda real en el mercado de derivados.

Como se puede apreciar en la Ilustración No. 1, y en los anexos del 2 al 5, el periodo seleccionado es de 32 días, esto debido a que, en los mercados de valores de Estados Unidos, las opciones sobre acciones, generalmente, vencen el tercer viernes de cada mes, a como también hay opciones semanales que vencen cada viernes, en este caso, de las opciones seleccionadas, todas vencen el viernes 24 de mayo del 2024, dando como resultado un periodo de 32 días con contrato de opción.

Es importante señalar que, en las ilustraciones de las cotizaciones, además de extraer el strike, también se va extraer el precio de acción, como el bien subyacente que representa la opción, de igual manera, se puede apreciar las diferentes cotizaciones de “**CALL**” y de “**PUTS**”, que también son insumo importante del modelo a aplicar.

**Tabla No. 3: Principales variables de calculo**

<i>Variable</i>	<i>Concepto</i>	<i>Microsoft</i>	<i>Apple</i>	<i>Amazon</i>	<i>IBM</i>	<i>Alphabet</i>
S	Precio Actual	397	164.4	173.99	181.58	153.1
X	Strike	390.00	155	165	175	145
l	Tasa	5.25%	5.25%	5.25%	5.25%	5.25%
σ	Volatilidad	1.3809%	1.2371%	1.8480%	1.1982%	1.7024%
t	Tiempo	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

Nota: Elaboración propia con datos de IBKR

Para una mejor explicación del modelo, se aplicará la sintaxis completa para el caso de Microsoft:

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{X} + \left[ r + \frac{\sigma^2}{2} \right] * T}{\sigma * \sqrt{T}}$$



$$d_1 = \frac{\ln \frac{397}{390} + \left[ 0.0525 + \frac{1.3808\%^2}{2} \right] * 0.11}{1.3809\% * \sqrt{0.11}}$$

$$d_1 = 5.1478405$$

$$d_2 = \frac{\ln \frac{S}{X} + \left[ r + \frac{\sigma^2}{2} \right] * T}{\sigma * \sqrt{T}} = d_1 - \sigma * \sqrt{T}$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{397}{390} + \left[ 0.0525 - \frac{1.3808\%^2}{2} \right] * 0.11}{1.3809\% * \sqrt{0.11}} - 0.9999868 - (1.3809\%) * \sqrt{0.11}$$

$$d_1 = 5.143261$$

$$C = S * N(d_1) - X * e^{-r.T} * N(d_2)$$

$$C = 397 * 0.9999868 - 390 * 0.9942416 * 0.9999865$$

$$C = 9.2457$$

Los resultados anteriores indican que el precio óptimo de una Opción de Compra de Microsoft debe de estar en 9.2457 USD, lo que significa el punto de partida para determinar si el precio esta sobrevalorada o subvalorado, para ello se debe de contrastar con los precios de las cotizaciones de las opciones, las cuales están determinadas por la afluencia de la oferta y la demanda de la misma, entre otras variables financieras y expectativas de crecimiento. A continuación, el resultado de cada una de las empresas analizadas.

**Tabla No. 4: Estimación del precio de las Opciones Financieras**

<i>Variable</i>	<i>Microsoft</i>	<i>Apple</i>	<i>Amazon</i>	<i>IBM</i>	<i>Alphabet</i>
S	397	164.4	173.99	181.58	153.1
X	390	155	165	175	145
d1	5.14784	15.75940	9.60107	10.74320	10.65288
d2	5.14326	15.75530	9.59494	10.73922	10.64723
Call	9.24576	10.29255	9.94013	7.58771	8.93496

Nota: Elaboración propia con datos de IBKR

Al contrastar cada uno de los resultados obtenido del modelo, con las cotizaciones en tiempo real obtenidas del mercado de opciones (ver ilustración 1), se puede observar un margen de error elevado, dicho margen variada en dependencia de cada empresa, sin embargo, se siga manteniendo alto (ver tabla No. 5).

**Tabla No. 5: Variación de los datos cálculos y los reales del mercado.**

<b>Variable</b>	<b>Modelo Black Scholes</b>	<b>Cotización del Mercado</b>	<b>Margen de error</b>
Microsoft	9.2458	21.15	-56,3%
Apple	10.2925	12.65	-18,6%
Amazon	14.9113	18.70	-20,3%
IBM	7.5877	11.43	-33,6%
Alphabet	8.9350	13.30	-32,8%

Nota: Elaborado con datos del mercado

Los márgenes de error elevados, se pueden corregir calibrando el modelo, ya que se parte del supuesto que no existen costos de transacción, además, las empresas estudiadas están en valores de máximos históricos, lo que esta provocando una expectativa alta en cuanto al crecimiento y la rentabilidad, lo que puede estar ocasionando la distorsión en el resultado, para ello, se va proceder a realizar un cálculo de volatilidad más preciso, mediante un modelo de ARCH.

### **Cálculo de precisión de la volatilidad mediante modelo ARCH.**

Para estimar la volatilidad de los rendimientos de la empresas analizadas, se aplico el modelo GARCH , propuesto por Bollerslev (1986), el cual se presenta por la siguiente especificación:

$$y_t = \epsilon_t \sigma_t$$
$$\sigma^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

De Arce (1998), indica que el modelo GARCH (1,1) tiene las siguientes características:

1. Es idénticamente distribuido con media cero y desviación típica igual a uno.
2. Los parámetros  $w > 0$  y  $a_i, b_i \geq 0$  e  $i=1...q$ , y  $j=1...p$ . Además, para cumplirse la condición de estacionariedad en media, la suma de todos los parámetros es menor que la unidad.
3. La función de distribución marginal no es conocida, pero se pueden calcular los primeros momentos y definir el proceso respecto a su media y a su varianza.

Salidas de Volatilidad para la empresa International Business Machines Corporation (IBM).

Dependent Variable: LIBI

Method: ML - ARCH

Date: 05/08/24 Time: 07:59

Sample (adjusted): 4/18/2023 4/16/2024

Included observations: 251 after adjustments

Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 271 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1) +

C(5)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001649	0.000563	2.929686	0.0034

Variance Equation

C	1.83E-06	1.07E-06	1.706889	0.0878
RESID(-1)^2	-0.067352	0.008569	-7.860232	0
GARCH(-1)	0.798462	0.072782	10.97066	0

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

GARCH(-2)	0.270237	0.060473	4.468732	0
R-squared	-0.000294	Mean dependent var		0.001446
Adjusted R-squared	-0.000294	S.D. dependent var		0.01183
S.E. of regression	0.011832	Akaike info criterion		-6.217674
Sum squared resid	0.034998	Schwarz criterion		-6.147445
Log likelihood	785.318	Hannan-Quinn criter.		-6.189412
Durbin-Watson stat	2.084314			

REICE | 419

Este mismo procedimiento se debe de aplicar a cada una de las empresas del análisis para poder determinar si con la volatilidad más precisa el margen de error se cierra (ver tabla No. 6).

**Tabla No. 6: Variación de los datos cálculos y los reales del mercado.**

Variable	Modelo Black Scholes	Escenario - Volatilidad ajustada	Cotización del Mercado	Margen de error
Microsoft	9.2458	9.2458	21.15	-56%
Apple	10.2925	10.2925	12.65	-19%
Amazon	9.9401	9.9401	18.7	-47%
IBM	7.5877	7.5877	11.43	-34%
Alphabet	8.9350	8.9350	13.3	-33%

Nota: Elaborado con datos del mercado

Se puede observar que, en los resultados, con la volatilidad ajustada, el resultado sigue siendo muy similar, por lo que se debe de construir diferentes escenarios para poder determinar que variable del modelo se debe de calibrar, para que el efecto del comportamiento actual del mercado no afecte el resultado del modelo.

## Conclusiones

Al validar el modelo Black-Scholes, los resultados no son consistentes, se realizó un cálculo para determinar con mayor precisión y robustez la volatilidad, sin embargo, el resultado sigue teniendo un margen de error muy elevado.

Por los resultados obtenidos, en estas condiciones el modelo Black-Scholes, no determina el precio de las opciones de las empresas analizadas. Sin embargo, el artículo no llegó a calibrar la ecuación, por lo que se espera que la presente investigación sirva como insumo para investigadores que quieran seguir en esta línea de investigación.

Existen cuatro posibles motivos por los cuales los resultados no son consistentes y sigue habiendo un margen de error elevado, son los siguientes:

1. Violación de los supuestos del modelo. Que son los antes citados, descritos por Fernández (1999).
2. Volatilidad implícita.
3. Uso de datos de entrada incorrectos y;
4. Errores en los cálculos.

Luego de revisar, concienzudamente, estos motivos; se considera que existe una alta probabilidad de que la explicación de, por qué los resultados no son consistentes, radique en que existe una violación al primer supuesto del modelo, el relativo a la existencia de costos de transacción<sup>2</sup> para el precio de Call en el mercado analizado que, luego incidan sobre los resultados del modelo.

Es menester comprender que los mercados financieros reales pueden no cumplir con las condiciones ideales requeridas por el modelo, como la eficiencia, la continuidad de los precios y la ausencia de costos de transacción. Estas

---

<sup>2</sup> Estos costos de transacción pueden ser relativos a comisiones de corretaje; “spread” entre oferta y demanda; tributos como los impuestos sobre ganancias de capital y; costos asociados a la compra de acciones o costos de ejercicio.

desviaciones de los supuestos pueden resultar en valoraciones inexactas de opciones financieras.

Además, la volatilidad implícita, aunque calculada con mayor precisión mediante métodos avanzados como el modelo GARCH, pueden no reflejar, completamente, la volatilidad real del mercado. Esto, puede ser especialmente relevante en entornos de mercado volátiles o sujetos a cambios inesperados.

Para futuras investigaciones, se recomienda una evaluación más exhaustiva de los supuestos del modelo Black-Scholes en el contexto del mercado específico, así como la exploración de modelos alternativos que puedan capturar de manera más precisa las complejidades y las irregularidades de los mercados financieros reales.

Asimismo, otra posible explicación a la falta de consistencia de los resultados, sea la volatilidad implícita de estos mercados. Pese a los intentos por mejorar la precisión de los resultados mediante un cálculo más preciso de la volatilidad, los hallazgos de esta investigación indican que el modelo Black-Scholes sigue arrojando resultados inconsistentes en la valoración de opciones financieras de compra para las empresas analizadas.

Se ha identificado que, una posible causa de este problema podría ser la violación de los supuestos del modelo, particularmente en lo que respecta a la distribución de los precios de los activos financieros y la estabilidad de la volatilidad. La literatura financiera, como lo argumentan Mandelbrot (1963) y Derman y Taleb (Derman & Taleb, 2005), ha señalado que, los precios de los activos no siguen una distribución normal y que la volatilidad no es constante, lo que puede afectar significativamente la precisión de las estimaciones del modelo Black-Scholes.

Además, la falta de ajuste de los supuestos del modelo a las condiciones del mercado puede resultar en una mayor discrepancia entre los precios calculados por el modelo y las cotizaciones reales del mercado. Por lo tanto, se concluye también que, el modelo Black-Scholes puede no ser adecuado para valorar opciones en mercados que no cumplen estrictamente con sus supuestos subyacentes. Se

recomienda a futuros investigadores explorar modelos alternativos de valoración de opciones que sean más robustos y flexibles en la captura de la complejidad del comportamiento de los precios de los activos financieros.

## Bibliografía

- Berk, J., & DeMarzo, P. (2008). *Finanzas Corporativas*. México: Pearson Educación.
- Bollerslev, T. (1986). Generalized Autorregresive Conditional Heterocedasticity. *Journal of Econometrics*, 307-327.
- De Arce, R. (1998). Introducción A Los Modelos Autorregresivos con Heterocedasticidad Condicional. *Instituto Universitario De Predicción Económica Lawrence R. Klein-UAM*.
- Derman, E., & Taleb, N. (2005). The illusions of dynamic replication. *Quantitative Finance*.
- Fernández, V. (Noviembre de 1999). TEORIA DE OPCIONES: UNA SINTESES. Santiago, Chile: n Revista de Análisis Económico.
- Mandelbrot, B. (1963). The Variation of Certain Speculative Price. *The Journal of Business*,.
- Vargas, S. I. (Mayo de 2009). ADAPTACIÓN DEL MODELO BLACK-SCHOLES EN LA SIMULACIÓN DE UN PORTAFOLIO DE ACCIONES. Lima, Perú: PUCP.

## Anexos

### Anexo No. 1

*Cotización y variación de valor de acciones en USD*  
*Periodo de Cotización del 17 de abril del 2023 al 16 de abril del 2024*

No. Cotización	Fecha	Microsoft Corporación		Apple Inc		Amazon		IBM		Alphabet	
		Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %	Valor de cierre	Variación %
1	17/4/2023	288.80		165.23		102.74		127.82		106.42	
2	18/4/2023	288.37	-0.15%	166.47	0.8%	102.30	-0.43%	127.78	-0.03%	105.12	-1.22%
3	19/4/2023	288.45	0.03%	167.63	0.7%	104.30	1.96%	126.32	-1.14%	105.02	-0.10%
4	20/4/2023	286.11	-0.81%	166.65	-0.6%	103.81	-0.47%	126.36	0.03%	105.90	0.84%
5	21/4/2023	285.76	-0.12%	165.02	-1.0%	106.96	3.03%	125.73	-0.50%	105.91	0.01%
6	24/4/2023	281.77	-1.40%	165.33	0.2%	106.21	-0.70%	125.40	-0.26%	106.78	0.82%
7	25/4/2023	275.42	-2.25%	163.77	-0.9%	102.57	-3.43%	125.89	0.39%	104.61	-2.03%
8	26/4/2023	295.37	7.24%	163.76	0.0%	104.98	2.35%	125.85	-0.03%	104.45	-0.15%
9	27/4/2023	304.83	3.20%	168.41	2.8%	109.82	4.61%	126.97	0.89%	108.37	3.75%
10	28/4/2023	307.26	0.80%	169.68	0.8%	105.45	-3.98%	126.41	-0.44%	108.22	-0.14%
11	1/5/2023	305.56	-0.55%	169.59	-0.1%	102.05	-3.22%	126.09	-0.25%	107.71	-0.47%
12	2/5/2023	305.41	-0.05%	168.54	-0.6%	103.63	1.55%	125.16	-0.74%	105.98	-1.61%
13	3/5/2023	304.40	-0.33%	167.45	-0.6%	103.65	0.02%	123.45	-1.37%	106.12	0.13%
14	4/5/2023	305.41	0.33%	165.79	-1.0%	104.00	0.34%	122.57	-0.71%	105.21	-0.86%
15	5/5/2023	310.65	1.72%	173.57	4.7%	105.66	1.60%	123.65	0.88%	106.21	0.96%
16	8/5/2023	308.65	-0.64%	173.50	0.0%	105.83	0.16%	123.40	-0.20%	108.24	1.91%
17	9/5/2023	307.00	-0.53%	171.77	-1.0%	106.62	0.75%	121.17	-1.81%	107.94	-0.28%
18	10/5/2023	312.31	1.73%	173.56	1.0%	110.19	3.35%	122.02	0.70%	112.28	4.02%
19	11/5/2023	310.11	-0.70%	173.75	0.1%	112.18	1.81%	120.90	-0.92%	116.90	4.11%
20	12/5/2023	308.97	-0.37%	172.57	-0.7%	110.26	-1.71%	122.84	1.60%	117.92	0.87%
21	15/5/2023	309.46	0.16%	172.07	-0.3%	111.20	0.85%	123.36	0.42%	116.96	-0.81%
22	16/5/2023	311.74	0.74%	172.07	0.0%	113.40	1.98%	123.46	0.08%	120.09	2.68%
23	17/5/2023	314.00	0.72%	172.69	0.4%	115.50	1.85%	125.71	1.82%	121.48	1.16%
24	18/5/2023	318.52	1.44%	175.05	1.4%	118.15	2.29%	126.15	0.35%	123.52	1.68%
25	19/5/2023	318.34	-0.06%	175.16	0.1%	116.25	-1.61%	127.26	0.88%	123.25	-0.22%
26	22/5/2023	321.18	0.89%	174.20	-0.5%	115.01	-1.07%	127.50	0.19%	125.87	2.13%
27	23/5/2023	315.26	-1.84%	171.56	-1.5%	114.99	-0.02%	128.18	0.53%	123.29	-2.05%
28	24/5/2023	313.85	-0.45%	171.84	0.2%	116.75	1.53%	125.68	-1.95%	121.64	-1.34%
29	25/5/2023	325.92	3.85%	172.99	0.7%	115.00	-1.50%	126.76	0.86%	124.35	2.23%
30	26/5/2023	332.89	2.14%	175.43	1.4%	120.11	4.44%	128.89	1.68%	125.43	0.87%
31	30/5/2023	331.21	-0.50%	177.30	1.1%	121.66	1.29%	129.48	0.46%	124.64	-0.63%
32	31/5/2023	328.39	-0.85%	177.25	0.0%	120.58	-0.89%	128.59	-0.69%	123.37	-1.02%
33	1/6/2023	332.58	1.28%	180.09	1.6%	122.77	1.82%	129.82	0.96%	124.37	0.81%



Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

34	2/6/2023	335.40	0.85%	180.95	0.5%	124.25	1.21%	132.42	2.00%	125.23	0.69%
35	5/6/2023	335.94	0.16%	179.58	-0.8%	125.30	0.85%	132.64	0.17%	126.63	1.12%
36	6/6/2023	333.68	-0.67%	179.21	-0.2%	126.61	1.05%	132.69	0.04%	127.91	1.01%
37	7/6/2023	323.38	-3.09%	177.82	-0.8%	121.23	-4.25%	134.38	1.27%	122.94	-3.89%
38	8/6/2023	325.26	0.58%	180.57	1.5%	124.25	2.49%	134.41	0.02%	122.67	-0.22%
39	9/6/2023	326.79	0.47%	180.96	0.2%	123.43	-0.66%	135.30	0.66%	122.87	0.16%
40	12/6/2023	331.85	1.55%	183.79	1.6%	126.57	2.54%	136.42	0.83%	124.35	1.20%
41	13/6/2023	334.29	0.74%	183.31	-0.3%	126.66	0.07%	137.60	0.86%	124.43	0.06%
42	14/6/2023	337.34	0.91%	183.95	0.3%	126.42	-0.19%	137.20	-0.29%	124.38	-0.04%
43	15/6/2023	348.10	3.19%	186.01	1.1%	127.11	0.55%	138.40	0.87%	125.79	1.13%
44	16/6/2023	342.33	-1.66%	184.92	-0.6%	125.49	-1.27%	137.48	-0.66%	124.06	-1.38%
45	20/6/2023	338.05	-1.25%	185.01	0.0%	125.78	0.23%	135.96	-1.11%	123.85	-0.17%
46	21/6/2023	333.56	-1.33%	183.96	-0.6%	124.83	-0.76%	133.69	-1.67%	121.26	-2.09%
47	22/6/2023	339.71	1.84%	187.00	1.7%	130.15	4.26%	131.17	-1.88%	123.87	2.15%
48	23/6/2023	335.02	-1.38%	186.68	-0.2%	129.33	-0.63%	129.43	-1.33%	123.02	-0.69%
49	26/6/2023	328.60	-1.92%	185.27	-0.8%	127.33	-1.55%	131.34	1.48%	119.09	-3.19%
50	27/6/2023	334.57	1.82%	188.06	1.5%	129.18	1.45%	132.34	0.76%	119.01	-0.07%
51	28/6/2023	335.85	0.38%	189.25	0.6%	129.04	-0.11%	131.76	-0.44%	121.08	1.74%
52	29/6/2023	335.05	-0.24%	189.59	0.2%	127.90	-0.88%	134.06	1.75%	120.01	-0.88%
53	30/6/2023	340.54	1.64%	193.97	2.3%	130.36	1.92%	133.81	-0.19%	120.97	0.80%
54	3/7/2023	337.99	-0.75%	192.46	-0.8%	130.22	-0.11%	133.67	-0.10%	120.56	-0.34%
55	5/7/2023	338.15	0.05%	191.33	-0.6%	130.38	0.12%	134.24	0.43%	122.63	1.72%
56	6/7/2023	341.27	0.92%	191.81	0.3%	128.36	-1.55%	132.16	-1.55%	120.93	-1.39%
57	7/7/2023	337.22	-1.19%	190.68	-0.6%	129.78	1.11%	132.08	-0.06%	120.14	-0.65%
58	10/7/2023	331.83	-1.60%	188.61	-1.1%	127.13	-2.04%	132.90	0.62%	116.87	-2.72%
59	11/7/2023	332.47	0.19%	188.08	-0.3%	128.78	1.30%	134.44	1.16%	117.71	0.72%
60	12/7/2023	337.20	1.42%	189.77	0.9%	130.80	1.57%	132.84	-1.19%	119.62	1.62%
61	13/7/2023	342.66	1.62%	190.54	0.4%	134.30	2.68%	133.92	0.81%	124.83	4.36%
62	14/7/2023	345.24	0.75%	190.69	0.1%	134.68	0.28%	133.40	-0.39%	125.70	0.70%
63	17/7/2023	345.73	0.14%	193.99	1.7%	133.56	-0.83%	134.24	0.63%	125.06	-0.51%
64	18/7/2023	359.49	3.98%	193.73	-0.1%	132.83	-0.55%	135.36	0.83%	124.08	-0.78%
65	19/7/2023	355.08	-1.23%	195.10	0.7%	135.36	1.90%	135.48	0.09%	122.78	-1.05%
66	20/7/2023	346.87	-2.31%	193.13	-1.0%	129.96	-3.99%	138.38	2.14%	119.53	-2.65%
67	21/7/2023	343.77	-0.89%	191.94	-0.6%	130.00	0.03%	138.94	0.40%	120.31	0.65%
68	24/7/2023	345.11	0.39%	192.75	0.4%	128.80	-0.92%	139.54	0.43%	121.88	1.30%
69	25/7/2023	350.98	1.70%	193.62	0.5%	129.13	0.26%	140.33	0.57%	122.79	0.75%
70	26/7/2023	337.77	-3.76%	194.50	0.5%	128.15	-0.76%	141.07	0.53%	129.66	5.59%
71	27/7/2023	330.72	-2.09%	193.22	-0.7%	128.25	0.08%	142.97	1.35%	129.87	0.16%
72	28/7/2023	338.37	2.31%	195.83	1.4%	132.21	3.09%	143.45	0.34%	133.01	2.42%
73	31/7/2023	335.92	-0.72%	196.45	0.3%	133.68	1.11%	144.18	0.51%	133.11	0.08%
74	1/8/2023	336.34	0.13%	195.61	-0.4%	131.69	-1.49%	143.33	-0.59%	131.89	-0.92%

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

75	2/8/2023	327.50	-2.63%	192.58	-1.5%	128.21	-2.64%	144.17	0.59%	128.64	-2.46%
76	3/8/2023	326.66	-0.26%	191.17	-0.7%	128.91	0.55%	144.45	0.19%	128.77	0.10%
77	4/8/2023	327.78	0.34%	181.99	-4.8%	139.57	8.27%	144.24	-0.15%	128.54	-0.18%
78	7/8/2023	330.11	0.71%	178.85	-1.7%	142.22	1.90%	146.18	1.34%	131.94	2.65%
79	8/8/2023	326.05	-1.23%	179.80	0.5%	139.94	-1.60%	145.91	-0.18%	131.84	-0.08%
80	9/8/2023	322.23	-1.17%	178.19	-0.9%	137.85	-1.49%	142.49	-2.34%	130.15	-1.28%
81	10/8/2023	322.93	0.22%	177.97	-0.1%	138.56	0.52%	143.25	0.53%	130.21	0.05%
82	11/8/2023	321.01	-0.59%	177.79	-0.1%	138.41	-0.11%	143.12	-0.09%	130.17	-0.03%
83	14/8/2023	324.04	0.94%	179.46	0.9%	140.57	1.56%	141.91	-0.85%	131.83	1.28%
84	15/8/2023	321.86	-0.67%	177.45	-1.1%	137.67	-2.06%	141.87	-0.03%	130.27	-1.18%
85	16/8/2023	320.40	-0.45%	176.57	-0.5%	135.07	-1.89%	140.64	-0.87%	129.11	-0.89%
86	17/8/2023	316.88	-1.10%	174.00	-1.5%	133.98	-0.81%	140.66	0.01%	130.46	1.05%
87	18/8/2023	316.48	-0.13%	174.49	0.3%	133.22	-0.57%	141.41	0.53%	128.11	-1.80%
88	21/8/2023	321.88	1.71%	175.84	0.8%	134.68	1.10%	142.28	0.62%	128.93	0.64%
89	22/8/2023	322.46	0.18%	177.23	0.8%	134.25	-0.32%	141.49	-0.56%	129.69	0.59%
90	23/8/2023	327.00	1.41%	181.12	2.2%	135.52	0.95%	143.41	1.36%	133.21	2.71%
91	24/8/2023	319.97	-2.15%	176.38	-2.6%	131.84	-2.72%	143.55	0.10%	130.42	-2.09%
92	25/8/2023	322.98	0.94%	178.61	1.3%	133.26	1.08%	145.35	1.25%	130.69	0.21%
93	28/8/2023	323.70	0.22%	180.19	0.9%	133.14	-0.09%	146.02	0.46%	131.79	0.84%
94	29/8/2023	328.41	1.46%	184.12	2.2%	134.91	1.33%	146.45	0.29%	135.49	2.81%
95	30/8/2023	328.79	0.12%	187.65	1.9%	135.07	0.12%	146.86	0.28%	136.93	1.06%
96	31/8/2023	327.76	-0.31%	187.87	0.1%	138.01	2.18%	146.83	-0.02%	137.35	0.31%
97	1/9/2023	328.66	0.27%	189.46	0.8%	138.12	0.08%	147.94	0.76%	136.80	-0.40%
98	5/9/2023	333.55	1.49%	189.70	0.1%	137.27	-0.62%	148.13	0.13%	136.71	-0.07%
99	6/9/2023	332.88	-0.20%	182.91	-3.6%	135.36	-1.39%	148.06	-0.05%	135.37	-0.98%
100	7/9/2023	329.91	-0.89%	177.56	-2.9%	137.85	1.84%	147.52	-0.36%	136.20	0.61%
101	8/9/2023	334.27	1.32%	178.18	0.3%	138.23	0.28%	147.68	0.11%	137.20	0.73%
102	11/9/2023	337.94	1.10%	179.36	0.7%	143.10	3.52%	148.38	0.47%	137.74	0.39%
103	12/9/2023	331.77	-1.83%	176.30	-1.7%	141.23	-1.31%	146.30	-1.40%	136.07	-1.21%
104	13/9/2023	336.06	1.29%	174.21	-1.2%	144.85	2.56%	146.55	0.17%	137.50	1.05%
105	14/9/2023	338.70	0.79%	175.74	0.9%	144.72	-0.09%	147.35	0.55%	138.99	1.08%
106	15/9/2023	330.22	-2.50%	175.01	-0.4%	140.39	-2.99%	145.99	-0.92%	138.30	-0.50%
107	18/9/2023	329.06	-0.35%	177.97	1.7%	139.98	-0.29%	145.09	-0.62%	138.96	0.48%
108	19/9/2023	328.65	-0.12%	179.07	0.6%	137.63	-1.68%	146.52	0.99%	138.83	-0.09%
109	20/9/2023	320.77	-2.40%	175.49	-2.0%	135.29	-1.70%	149.83	2.26%	134.59	-3.05%
110	21/9/2023	319.53	-0.39%	173.93	-0.9%	129.33	-4.41%	147.38	-1.64%	131.36	-2.40%
111	22/9/2023	317.01	-0.79%	174.79	0.5%	129.12	-0.16%	146.91	-0.32%	131.25	-0.08%
112	25/9/2023	317.54	0.17%	176.08	0.7%	131.27	1.67%	146.48	-0.29%	132.17	0.70%
113	26/9/2023	312.14	-1.70%	171.96	-2.3%	125.98	-4.03%	143.24	-2.21%	129.45	-2.06%
114	27/9/2023	312.79	0.21%	170.43	-0.9%	125.98	0.00%	143.17	-0.05%	131.46	1.55%
115	28/9/2023	313.64	0.27%	170.69	0.2%	125.98	0.00%	141.58	-1.11%	133.13	1.27%

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

116	29/9/2023	315.75	0.67%	171.21	0.3%	127.12	0.90%	140.30	-0.90%	131.85	-0.96%
117	2/10/2023	321.80	1.92%	173.75	1.5%	129.46	1.84%	140.80	0.36%	135.17	2.52%
118	3/10/2023	313.39	-2.61%	172.40	-0.8%	124.72	-3.66%	140.39	-0.29%	133.30	-1.38%
119	4/10/2023	318.96	1.78%	173.66	0.7%	127.00	1.83%	141.07	0.48%	136.27	2.23%
120	5/10/2023	319.36	0.13%	174.91	0.7%	125.96	-0.82%	141.52	0.32%	135.99	-0.21%
121	6/10/2023	327.26	2.47%	177.49	1.5%	127.96	1.59%	142.03	0.36%	138.73	2.01%
122	9/10/2023	329.82	0.78%	178.99	0.8%	128.26	0.23%	142.20	0.12%	139.50	0.56%
123	10/10/2023	328.39	-0.43%	178.39	-0.3%	129.48	0.95%	142.11	-0.06%	139.20	-0.22%
124	11/10/2023	332.42	1.23%	179.80	0.8%	131.83	1.81%	143.23	0.79%	141.70	1.80%
125	12/10/2023	331.16	-0.38%	180.71	0.5%	132.33	0.38%	141.24	-1.39%	140.29	-1.00%
126	13/10/2023	327.73	-1.04%	178.85	-1.0%	129.79	-1.92%	138.46	-1.97%	138.58	-1.22%
127	16/10/2023	332.64	1.50%	178.72	-0.1%	132.55	2.13%	139.21	0.54%	140.49	1.38%
128	17/10/2023	332.06	-0.17%	177.15	-0.9%	131.47	-0.81%	140.32	0.80%	140.99	0.36%
129	18/10/2023	330.11	-0.59%	175.84	-0.7%	128.13	-2.54%	139.97	-0.25%	139.28	-1.21%
130	19/10/2023	331.32	0.37%	175.46	-0.2%	128.40	0.21%	138.01	-1.40%	138.98	-0.22%
131	20/10/2023	326.67	-1.40%	172.88	-1.5%	125.17	-2.52%	137.16	-0.62%	136.74	-1.61%
132	23/10/2023	329.32	0.81%	173.00	0.1%	126.56	1.11%	136.38	-0.57%	137.90	0.85%
133	24/10/2023	330.53	0.37%	173.44	0.3%	128.56	1.58%	137.79	1.03%	140.12	1.61%
134	25/10/2023	340.67	3.07%	171.10	-1.3%	121.39	-5.58%	137.08	-0.52%	126.67	-9.60%
135	26/10/2023	327.89	-3.75%	166.89	-2.5%	119.57	-1.50%	143.76	4.87%	123.44	-2.55%
136	27/10/2023	329.81	0.59%	168.22	0.8%	127.74	6.83%	142.52	-0.86%	123.40	-0.03%
137	30/10/2023	337.31	2.27%	170.29	1.2%	132.71	3.89%	142.63	0.08%	125.75	1.90%
138	31/10/2023	338.11	0.24%	170.77	0.3%	133.09	0.29%	144.64	1.41%	125.30	-0.36%
139	1/11/2023	346.07	2.35%	173.97	1.9%	137.00	2.94%	145.40	0.53%	127.57	1.81%
140	2/11/2023	348.32	0.65%	177.57	2.1%	138.07	0.78%	147.01	1.11%	128.58	0.79%
141	3/11/2023	352.80	1.29%	176.65	-0.5%	138.60	0.38%	147.90	0.61%	130.37	1.39%
142	6/11/2023	356.53	1.06%	179.23	1.5%	139.74	0.82%	148.97	0.72%	131.45	0.83%
143	7/11/2023	360.53	1.12%	181.82	1.4%	142.71	2.13%	148.83	-0.09%	132.40	0.72%
144	8/11/2023	363.20	0.74%	182.89	0.6%	142.08	-0.44%	148.03	-0.54%	133.26	0.65%
145	9/11/2023	360.69	-0.69%	182.41	-0.3%	140.60	-1.04%	146.62	-0.95%	131.69	-1.18%
146	10/11/2023	369.67	2.49%	186.40	2.2%	143.56	2.11%	149.02	1.64%	134.06	1.80%
147	13/11/2023	366.68	-0.81%	184.80	-0.9%	142.59	-0.68%	148.10	-0.62%	133.64	-0.31%
148	14/11/2023	370.27	0.98%	187.44	1.4%	145.80	2.25%	150.41	1.56%	135.43	1.34%
149	15/11/2023	369.67	-0.16%	188.01	0.3%	143.20	-1.78%	152.58	1.44%	136.38	0.70%
150	16/11/2023	376.17	1.76%	189.71	0.9%	142.83	-0.26%	153.06	0.31%	138.70	1.70%
151	17/11/2023	369.85	-1.68%	189.69	0.0%	145.18	1.65%	152.89	-0.11%	136.94	-1.27%
152	20/11/2023	377.44	2.05%	191.45	0.9%	146.13	0.65%	154.35	0.95%	137.92	0.72%
153	21/11/2023	373.07	-1.16%	190.64	-0.4%	143.90	-1.53%	153.91	-0.29%	138.62	0.51%
154	22/11/2023	377.85	1.28%	191.31	0.4%	146.71	1.95%	155.13	0.79%	140.02	1.01%
155	24/11/2023	377.43	-0.11%	189.97	-0.7%	146.74	0.02%	155.18	0.03%	138.22	-1.29%
156	27/11/2023	378.61	0.31%	189.79	-0.1%	147.73	0.67%	155.57	0.25%	138.05	-0.12%

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

157	28/11/2023	382.70	1.08%	190.40	0.3%	147.03	-0.47%	155.65	0.05%	138.62	0.41%
158	29/11/2023	378.85	-1.01%	189.37	-0.5%	146.32	-0.48%	156.41	0.49%	136.40	-1.60%
159	30/11/2023	378.91	0.02%	189.95	0.3%	146.09	-0.16%	158.56	1.37%	133.92	-1.82%
160	1/12/2023	374.51	-1.16%	191.24	0.7%	147.03	0.64%	160.55	1.26%	133.32	-0.45%
161	4/12/2023	369.14	-1.43%	189.43	-0.9%	144.84	-1.49%	161.10	0.34%	130.63	-2.02%
162	5/12/2023	372.52	0.92%	193.42	2.1%	146.88	1.41%	161.39	0.18%	132.39	1.35%
163	6/12/2023	368.80	-1.00%	192.32	-0.6%	144.52	-1.61%	160.28	-0.69%	131.43	-0.73%
164	7/12/2023	370.95	0.58%	194.27	1.0%	146.88	1.63%	160.22	-0.04%	138.45	5.34%
165	8/12/2023	374.23	0.88%	195.71	0.7%	147.42	0.37%	161.96	1.09%	136.64	-1.31%
166	11/12/2023	371.30	-0.78%	193.18	-1.3%	145.89	-1.04%	163.51	0.96%	134.70	-1.42%
167	12/12/2023	374.38	0.83%	194.71	0.8%	147.48	1.09%	164.71	0.73%	133.64	-0.79%
168	13/12/2023	374.37	0.00%	197.96	1.7%	148.84	0.92%	163.62	-0.66%	133.97	0.25%
169	14/12/2023	365.93	-2.25%	198.11	0.1%	147.42	-0.95%	162.91	-0.43%	133.20	-0.57%
170	15/12/2023	370.73	1.31%	197.57	-0.3%	149.97	1.73%	162.23	-0.42%	133.84	0.48%
171	18/12/2023	372.65	0.52%	195.89	-0.9%	154.07	2.73%	162.74	0.31%	137.19	2.50%
172	19/12/2023	373.26	0.16%	196.94	0.5%	153.79	-0.18%	161.56	-0.73%	138.10	0.66%
173	20/12/2023	370.62	-0.71%	194.83	-1.1%	152.12	-1.09%	160.05	-0.93%	139.66	1.13%
174	21/12/2023	373.54	0.79%	194.68	-0.1%	153.84	1.13%	160.78	0.46%	141.80	1.53%
175	22/12/2023	374.58	0.28%	193.60	-0.6%	153.42	-0.27%	162.14	0.85%	142.72	0.65%
176	26/12/2023	374.66	0.02%	193.05	-0.3%	153.41	-0.01%	163.21	0.66%	142.82	0.07%
177	27/12/2023	374.07	-0.16%	193.15	0.1%	153.34	-0.05%	163.46	0.15%	141.44	-0.97%
178	28/12/2023	375.28	0.32%	193.58	0.2%	153.38	0.03%	163.75	0.18%	141.28	-0.11%
179	29/12/2023	376.04	0.20%	192.53	-0.5%	151.94	-0.94%	163.55	-0.12%	140.93	-0.25%
180	2/1/2024	370.87	-1.37%	185.64	-3.6%	149.93	-1.32%	161.50	-1.25%	139.56	-0.97%
181	3/1/2024	370.60	-0.07%	184.25	-0.7%	148.47	-0.97%	160.10	-0.87%	140.36	0.57%
182	4/1/2024	367.94	-0.72%	181.91	-1.3%	144.57	-2.63%	160.86	0.47%	138.04	-1.65%
183	5/1/2024	367.75	-0.05%	181.18	-0.4%	145.24	0.46%	159.16	-1.06%	137.39	-0.47%
184	8/1/2024	374.69	1.89%	185.56	2.4%	149.10	2.66%	161.14	1.24%	140.53	2.29%
185	9/1/2024	375.79	0.29%	185.14	-0.2%	151.37	1.52%	160.08	-0.66%	142.56	1.44%
186	10/1/2024	382.77	1.86%	186.19	0.6%	153.73	1.56%	161.23	0.72%	143.80	0.87%
187	11/1/2024	384.63	0.49%	185.59	-0.3%	155.18	0.94%	162.16	0.58%	143.67	-0.09%
188	12/1/2024	388.47	1.00%	185.92	0.2%	154.62	-0.36%	165.80	2.24%	144.24	0.40%
189	16/1/2024	390.27	0.46%	183.63	-1.2%	153.16	-0.94%	166.96	0.70%	144.08	-0.11%
190	17/1/2024	389.47	-0.20%	182.68	-0.5%	151.71	-0.95%	166.08	-0.53%	142.89	-0.83%
191	18/1/2024	393.87	1.13%	188.63	3.3%	153.50	1.18%	166.84	0.46%	144.99	1.47%
192	19/1/2024	398.67	1.22%	191.56	1.6%	155.34	1.20%	171.48	2.78%	147.97	2.06%
193	22/1/2024	396.51	-0.54%	193.89	1.2%	154.78	-0.36%	172.83	0.79%	147.71	-0.18%
194	23/1/2024	398.90	0.60%	195.18	0.7%	156.02	0.80%	173.94	0.64%	148.68	0.66%
195	24/1/2024	402.56	0.92%	194.50	-0.3%	156.87	0.54%	173.93	-0.01%	150.35	1.12%
196	25/1/2024	404.87	0.57%	194.17	-0.2%	157.75	0.56%	190.43	9.49%	153.64	2.19%
197	26/1/2024	403.93	-0.23%	192.42	-0.9%	159.12	0.87%	187.42	-1.58%	153.79	0.10%

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

198	29/1/2024	409.72	1.43%	191.73	-0.4%	161.26	1.34%	187.14	-0.15%	154.84	0.68%
199	30/1/2024	408.59	-0.28%	188.04	-1.9%	159.00	-1.40%	187.87	0.39%	153.05	-1.16%
200	31/1/2024	397.58	-2.69%	184.40	-1.9%	155.20	-2.39%	183.66	-2.24%	141.80	-7.35%
201	1/2/2024	403.78	1.56%	186.86	1.3%	159.28	2.63%	186.90	1.76%	142.71	0.64%
202	2/2/2024	411.22	1.84%	185.85	-0.5%	171.81	7.87%	185.79	-0.59%	143.54	0.58%
203	5/2/2024	405.65	-1.35%	187.68	1.0%	170.31	-0.87%	183.42	-1.28%	144.93	0.97%
204	6/2/2024	405.49	-0.04%	189.30	0.9%	169.15	-0.68%	183.41	-0.01%	145.41	0.33%
205	7/2/2024	414.05	2.11%	189.41	0.1%	170.53	0.82%	183.74	0.18%	146.68	0.87%
206	8/2/2024	414.11	0.01%	188.32	-0.6%	169.84	-0.40%	184.36	0.34%	147.22	0.37%
207	9/2/2024	420.55	1.56%	188.85	0.3%	174.45	2.71%	186.34	1.07%	150.22	2.04%
208	12/2/2024	415.26	-1.26%	187.15	-0.9%	172.34	-1.21%	186.16	-0.10%	148.73	-0.99%
209	13/2/2024	406.32	-2.15%	185.04	-1.1%	168.64	-2.15%	183.70	-1.32%	146.37	-1.59%
210	14/2/2024	409.49	0.78%	184.15	-0.5%	170.98	1.39%	183.57	-0.07%	147.14	0.53%
211	15/2/2024	406.56	-0.72%	183.86	-0.2%	169.80	-0.69%	186.87	1.80%	143.94	-2.17%
212	16/2/2024	404.06	-0.61%	182.31	-0.8%	169.51	-0.17%	187.64	0.41%	141.76	-1.51%
213	20/2/2024	402.79	-0.31%	181.56	-0.4%	167.08	-1.43%	183.44	-2.24%	142.20	0.31%
214	21/2/2024	402.18	-0.15%	182.32	0.4%	168.59	0.90%	179.70	-2.04%	143.84	1.15%
215	22/2/2024	411.65	2.35%	184.37	1.1%	174.58	3.55%	184.21	2.51%	145.32	1.03%
216	23/2/2024	410.34	-0.32%	182.52	-1.0%	174.99	0.23%	185.72	0.82%	145.29	-0.02%
217	26/2/2024	407.54	-0.68%	181.16	-0.7%	174.73	-0.15%	184.13	-0.86%	138.75	-4.50%
218	27/2/2024	407.48	-0.01%	182.63	0.8%	173.54	-0.68%	184.87	0.40%	140.10	0.97%
219	28/2/2024	407.72	0.06%	181.42	-0.7%	173.16	-0.22%	185.30	0.23%	137.43	-1.91%
220	29/2/2024	413.64	1.45%	180.75	-0.4%	176.76	2.08%	185.03	-0.15%	139.78	1.71%
221	1/3/2024	415.50	0.45%	179.66	-0.6%	178.22	0.83%	188.20	1.71%	138.08	-1.22%
222	4/3/2024	414.92	-0.14%	175.10	-2.5%	177.58	-0.36%	193.06	2.58%	134.20	-2.81%
223	5/3/2024	402.65	-2.96%	170.12	-2.8%	174.12	-1.95%	191.95	-0.57%	133.78	-0.31%
224	6/3/2024	402.09	-0.14%	169.12	-0.6%	173.51	-0.35%	196.16	2.19%	132.56	-0.91%
225	7/3/2024	409.14	1.75%	169.00	-0.1%	176.82	1.91%	196.54	0.19%	135.24	2.02%
226	8/3/2024	406.22	-0.71%	170.73	1.0%	175.35	-0.83%	195.95	-0.30%	136.29	0.78%
227	11/3/2024	404.52	-0.42%	172.75	1.2%	171.96	-1.93%	191.73	-2.15%	138.94	1.94%
228	12/3/2024	415.28	2.66%	173.23	0.3%	175.39	1.99%	197.78	3.16%	139.62	0.49%
229	13/3/2024	415.10	-0.04%	171.13	-1.2%	176.56	0.67%	196.70	-0.55%	140.77	0.82%
230	14/3/2024	425.22	2.44%	173.00	1.1%	178.75	1.24%	193.43	-1.66%	144.34	2.54%
231	15/3/2024	416.42	-2.07%	172.62	-0.2%	174.42	-2.42%	191.07	-1.22%	142.17	-1.50%
232	18/3/2024	417.32	0.22%	173.72	0.6%	174.48	0.03%	191.69	0.32%	148.48	4.44%
233	19/3/2024	421.41	0.98%	176.08	1.4%	175.90	0.81%	193.34	0.86%	147.92	-0.38%
234	20/3/2024	425.23	0.91%	178.67	1.5%	178.15	1.28%	193.96	0.32%	149.68	1.19%
235	21/3/2024	429.37	0.97%	171.37	-4.1%	178.15	0.00%	191.90	-1.06%	148.74	-0.63%
236	22/3/2024	428.74	-0.15%	172.28	0.5%	178.87	0.40%	190.84	-0.55%	151.77	2.04%
237	25/3/2024	422.86	-1.37%	170.85	-0.8%	179.71	0.47%	188.79	-1.07%	151.15	-0.41%
238	26/3/2024	421.65	-0.29%	169.71	-0.7%	178.30	-0.78%	188.50	-0.15%	151.70	0.36%

## Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

239	27/3/2024	421.43	-0.05%	173.31	2.1%	179.83	0.86%	190.80	1.22%	151.94	0.16%
240	28/3/2024	420.72	-0.17%	171.48	-1.1%	180.38	0.31%	190.96	0.08%	152.26	0.21%
241	1/4/2024	424.57	0.92%	170.03	-0.8%	180.97	0.33%	189.83	-0.59%	156.50	2.78%
242	2/4/2024	421.44	-0.74%	168.84	-0.7%	180.69	-0.15%	188.88	-0.50%	155.87	-0.40%
243	3/4/2024	420.45	-0.23%	169.65	0.5%	182.41	0.95%	190.90	1.07%	156.37	0.32%
244	4/4/2024	417.88	-0.61%	168.82	-0.5%	180.00	-1.32%	187.94	-1.55%	151.94	-2.83%
245	5/4/2024	425.52	1.83%	169.58	0.5%	185.07	2.82%	189.14	0.64%	153.94	1.32%
246	8/4/2024	424.59	-0.22%	168.45	-0.7%	185.19	0.06%	189.82	0.36%	156.14	1.43%
247	9/4/2024	426.28	0.40%	169.67	0.7%	185.67	0.26%	189.31	-0.27%	158.14	1.28%
248	10/4/2024	423.26	-0.71%	167.78	-1.1%	185.95	0.15%	186.04	-1.73%	157.66	-0.30%
249	11/4/2024	427.93	1.10%	175.04	4.3%	189.05	1.67%	185.90	-0.08%	160.79	1.99%
250	12/4/2024	421.90	-1.41%	176.55	0.9%	186.13	-1.54%	182.27	-1.95%	159.19	-1.00%
251	15/4/2024	413.64	-1.96%	172.69	-2.2%	183.62	-1.35%	181.25	-0.56%	156.33	-1.80%
252	16/4/2024	414.58	0.23%	169.38	-1.9%	183.32	-0.16%	183.75	1.38%	156.00	-0.21%

REICE | 429

Nota: Datos extraídos de Yahoo! Finanzas

### Anexo 2: Cotización de opciones de Apple Inc.

**AAPL APPLE INC NASDAQ** Oferta Demanda

**164,40 USD** -2.64 -1.58% Cotización Opciones Fundamentales Noticias

[Cadena de opciones](#) [Análisis](#)

Mercado cerrado: 14 hours hasta la apertura. Se muestran los últimos precios.

WAP	Vol. opc.	Último Vt	Vt/Vol. Intl.	Rango IV \$25	Perc. IV \$25	Int. P/C	Vol. P/C	Cie. Vt	Cambio Vt	Vol. Intl.	Cierre Vol. Intl.	Cant. Vol. opc.
—	988K	28.6%	137.8%	60	98%	0.62	0.67	28,048%	0.555	20763%	20763%	81,699%

Asistente de opciones: Ver Calls y Puts Mercado: SMART

	Abr 26 '24 <sup>W</sup>	May 03 '24 <sup>W</sup>	May 10 '24 <sup>W</sup>	May 17 '24	May 24 '24 <sup>W</sup>	May 31 '24 <sup>W</sup>	Jun 21 '24	Jul 19 '24	Aug 16 '24	Sep 20 '24	Oct 18 '24	Nov 15 '24
	4 Días	11 Días	18 Días	25 Días	32 Días	39 Días	60 Días	88 Días	116 Días	151 Días	179 Días	207 Días

CALLS				PUTS			
Bid	Ask	Último	Ejercicio	Bid	Ask	Último	Ejercicio
25	46		164.40	355	679	+0.07	
21.15	21.45	C28.27	145	0.71	0.79	0.74	
36	13			1.428	886	+0.11	
16.65	16.90	C18.69	150	1.21	1.27	1.25	
36	329			727	11	+0.22	
12.60	12.80	12.65	155	2.06	2.12	2.07	
31	74	-1.76		16	14	+0.34	
8.90	9.10	9.05	160	3.35	3.50	3.44	
26	801	-1.50		2.341	1.311	+0.58	
5.95	6.10	6.05	165	5.35	5.45	5.37	
23	227	-1.22		1.013	27	+0.80	
3.65	3.75	3.75	170	8.05	8.45	8.00	
22	406	-0.90		471	83	+1.03	
2.06	2.13	2.07	175	11.50	11.90	12.15	
26	37	-0.69		301	969	+2.05	
1.10	1.14	1.12	180	15.25	15.95	15.62	
57	26	-0.39		171	636	+1.72	

# Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

## Anexo 3: Cotización de opciones de Amazon

AMZN AMAZON.COM INC NASDAQ  
**173,99USD** -5,23 -2,92 %  
 Oferta Demanda

Cotización Opciones Fundamentales Noticias

Cadena de opciones Análisis

Mercado cerrado: 14 hours hasta la apertura. Se muestran los últimos precios.

VWAP	Vol. coc.	Último VI	VI Vol. hist.	Rango IV 525	Porc. VI 525	Int. P/C	Vol. P/C	Cie. VI	Cambio VI	Vol. hist.	Cierre vol. hist.	Com. vol. opc.
---	643K	40,9 %	1817 %	70	90 %	0,68	0,56	39,628 %	1,256	22,496 %	22,496 %	127,750 %

Ver Asistente de opciones Calls y Puts Mercado SMART

Ver	Market	Apr 26 '24	May 03 '24	May 10 '24	May 17 '24	May 24 '24	May 31 '24	Jun 21 '24	Jul 19 '24	Aug 16 '24	Sep 20 '24	Oct 18 '24	Nov 15 '24
4 Dias	11 Dias	18 Dias	25 Dias	32 Dias	39 Dias	60 Dias	88 Dias	116 Dias	151 Dias	179 Dias	207 Dias		

CALLS				PUTS			
Bid	Ask	Último	Ejercicio	Bid	Ask	Último	
26,50	26,95	26,33	150	1,35	1,41	1,37	
1,790	177	-4,78		248	340	-0,37	
22,35	22,80	22,20	155	1,96	2,08	2,17	
263	468	-4,38		3,470	483	-0,87	
18,40	18,60	18,70	160	2,88	3,05	3,20	
175	165	-3,54		4,831	938	+1,06	
14,70	15,00	14,50	165	4,25	4,40	4,50	
219	918	-3,74		546	614	+1,38	
11,50	11,70	11,42	170	6,00	6,15	6,15	
199	145	-3,16		243	53	+1,68	
8,70	8,90	8,80	175	8,15	8,40	8,55	
382	608	-2,81		3,364	307	-2,27	
6,40	6,60	6,20	180	10,90	11,15	11,40	
431	951	-2,49		2,213	379	+2,85	
4,60	4,75	4,30	185	13,75	14,45	14,10	
433	430	-2,13		2,760	1	+2,81	
3,20	3,30	3,00	190	17,35	18,35	18,10	

## Anexo 4: Cotización de opciones de IBM

IBM INTL BUSINESS MACHINES CORP NYSE  
**181,58USD** +0,11 +0,06 %  
 Oferta Demanda

Cotización Opciones Fundamentales Noticias

Cadena de opciones Análisis

Mercado cerrado: 14 hours hasta la apertura. Se muestran los últimos precios.

VWAP	Vol. coc.	Último VI	VI Vol. hist.	Rango IV 525	Porc. VI 525	Int. P/C	Vol. P/C	Cie. VI	Cambio VI	Vol. hist.	Cierre vol. hist.	Com. vol. opc.
---	20,8K	32,7 %	161,2 %	90	95 %	0,48	0,76	33,424 %	-0,705	20,302 %	20,302 %	85,570 %

Ver Asistente de opciones Calls y Puts Mercado SMART

Ver	Market	Apr 26 '24	May 03 '24	May 10 '24	May 17 '24	May 24 '24	May 31 '24	Jun 21 '24	Jul 19 '24	Sep 20 '24	Oct 18 '24	Jan 17 '25	Mar 21 '25
4 Dias	11 Dias	18 Dias	25 Dias	32 Dias	39 Dias	60 Dias	88 Dias	116 Dias	151 Dias	179 Dias	270 Dias	333 Dias	

CALLS				PUTS			
Bid	Ask	Último	Ejercicio	Bid	Ask	Último	
22,05	23,45	22,95	160	1,02	1,31	1,16	
168	170			154	797	---	
17,30	18,85	18,95	165	1,68	1,91	2,10	
322	282			634	969	-0,20	
14,10	15,05	14,81	170	2,85	3,05	3,08	
41	367			185	173	---	
10,55	10,90	11,43	175	4,45	4,65	4,55	
122	84			221	19	-0,50	
7,70	7,90	8,34	180	6,60	6,80	7,03	
186	110			138	45	---	
5,30	5,85	6,07	185	8,40	9,65	9,83	
53	902			476	36	---	
3,55	3,75	3,50	190	11,95	13,55	12,66	
172	146	-0,33		438	352	---	
2,27	2,95	2,61	195	15,65	17,25	16,50	
186	750			399	334	---	
1,38	2,05	1,47	200	19,80	22,00	20,60	



# Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

## Anexo 5: Cotización de Alphabet (Google)

GOOGL ALPHABET INC-CL A NASDAQ  
**153,10 USD** -2.91 -1.87 %

Oferta Demanda Cotización Opciones Fundamentales Noticias

Cadena de opciones Análisis

Mercado cerrado: 14 hours hasta la apertura. Se muestran los últimos precios.

VWAP	Vol. opc.	Último VI	VI/Vol. hist.	Rango IV 52S	Porc. VI 52S	Int. P/C	Vol. P/C	Cie. VI	Cambio VI	Vol. Hist.	Cierre vol. hist.	Com. vol. opc.
—	24K	377 %	139.2 %	98	100 %	0,68	0,79	37,340 %	0,354	27,080 %	27,080 %	89,221 %

Asistente de opciones Ver Calls y Puts Mercado SMART

	Abr/29/24 <sup>W</sup> 4 Días	May/03/24 <sup>W</sup> 11 Días	May/10/24 <sup>W</sup> 18 Días	May/17/24 <sup>W</sup> 25 Días	May/24/24 <sup>W</sup> 32 Días	May/31/24 <sup>W</sup> 39 Días	Jun/21/24 60 Días	Jul/19/24 88 Días	Aug/16/24 116 Días	Sep/20/24 151 Días	Oct/18/24 175 Días	Nov/15/24 207 Días
<b>CALLS</b>												
Bid	25,20	26,00	25,50	130	0,68	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
Ask	114	300	-1,87	130	752	1,61	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Último	20,85	21,20	22,82	135	1,22	1,29	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Vol. Hist.	173	358	—	—	202	572	—	—	—	—	—	—
Δ	16,70	16,95	16,75	140	1,84	2,15	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94
Vol. Hist.	312	452	-1,69	140	1,810	2,457	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21	-0,21
Δ	12,80	13,30	13,30	145	3,05	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
Vol. Hist.	270	1,667	-1,18	145	498	1705	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46	-0,46
Δ	9,55	9,75	9,60	150	4,65	5,05	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80	4,80
Vol. Hist.	127	684	-1,35	150	188	2,553	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60
Δ	6,75	7,10	6,61	155	6,85	7,15	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20
Vol. Hist.	245	780	-1,34	155	404	405	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Δ	4,45	4,80	4,50	160	8,70	10,10	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35	10,35
Vol. Hist.	311	1,997	-1,30	160	335	630	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50	-1,50
Δ	2,83	3,25	3,00	165	13,10	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45	13,45
Vol. Hist.	507	2,038	-0,83	165	152	195	—	—	—	—	—	—
Δ	1,71	1,99	1,99	170	16,95	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60
Vol. Hist.	—	—	—	170	—	—	—	—	—	—	—	—

Empresa: MICROSOFT  
 Dependent Variable: LMICRO  
 Method: ML - ARCH  
 Date: 05/09/24 Time: 07:39  
 Sample (adjusted): 4/20/2023 4/16/2024  
 Included observations: 249 after adjustments  
 Convergence not achieved after 500 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 GARCH = C(2) + C(3)\*RESID(-1)^2 + C(4)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.099259	0.056754	-1.748939	0.0803
Variance Equation				
C	3.95E-06	1.54E-06	2.569473	0.0102
RESID(-1)^2	-0.070199	0.019274	-3.642098	0.0003
GARCH(-1)	1.041125	0.024163	43.0867	0
R-squared	0.000751	Mean dependent var		0.001457



Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

Adjusted R-squared	0.000751	S.D. dependent var	0.013809
S.E. of regression	0.013804	Akaike info criterion	-5.834505
Sum squared resid	0.047258	Schwarz criterion	-5.778
Log likelihood	730.3959	Hannan-Quinn criter.	-5.811761
Durbin-Watson stat	2.169364		
Inverted AR Roots	-.00+.32i	-.00-.32i	

Empresa: Apple				
Dependent Variable: LAPP				
Method: ML - ARCH				
Date: 05/08/24 Time: 08:26				
Sample (adjusted): 4/19/2023 4/16/2024				
Included observations: 250 after adjustments				
Convergence achieved after 29 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)				
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)				
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.110941	0.061023	1.818007	0.0691
Variance Equation				
C	3.60E-05	4.18E-05	0.859956	0.3898
RESID(-1)^2	-0.02756	0.029057	-0.948499	0.3429
GARCH(-1)	0.791171	0.262225	3.017141	0.0026
R-squared	0.009877	Mean dependent var		6.93E-05
Adjusted R-squared	0.009877	S.D. dependent var		0.0124
S.E. of regression	0.012338	Akaike info criterion		-5.930858
Sum squared resid	0.037907	Schwarz criterion		-5.874515
Log likelihood	745.3572	Hannan-Quinn criter.		-5.908181
Durbin-Watson stat	2.009681			
Inverted AR Roots	0.11			

Empresa: AMAZON  
 Dependent Variable: LAMAZ  
 Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)  
 Date: 05/08/24 Time: 08:27  
 Sample (adjusted): 4/20/2023 4/16/2024  
 Included observations: 249 after adjustments  
 Convergence achieved after 60 iterations  
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 $GARCH = C(2) + C(3)*GARCH(-1)$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.199569	0.064356	-3.10102	0.0019
Variance Equation				
C	-2.91E-06	1.67E-06	-1.74516	0.081
GARCH(-1)	1.003797	0.004054	247.5934	0
R-squared	0.020016	Mean dependent var		0.002265
Adjusted R-squared	0.020016	S.D. dependent var		0.018403
S.E. of regression	0.018218	Akaike info criterion		-5.1908
Sum squared resid	0.082312	Schwarz criterion		-5.148421
Log likelihood	649.2545	Hannan-Quinn criter.		-5.173741
Durbin-Watson stat	2.070319			
Inverted AR Roots	-.00+.45i	-.00-.45i		

Empresa: ALPHABET  
 Dependent Variable: LALPH  
 Method: ML - ARCH  
 Date: 05/07/24 Time: 07:58  
 Sample (adjusted): 4/19/2023 4/16/2024  
 Included observations: 250 after adjustments  
 Convergence achieved after 46 iterations  
 Coefficient covariance computed using Bollerslev-Wooldridge QML sandwich with expected Hessian  
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
 $GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*GARCH(-1)$

Validación del modelo Black-Scholes como instrumento de valoración de precio de opciones financieras de compra

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.118581	0.057615	2.058161	0.0396
Variance Equation				
C	1.53E-05	4.98E-06	3.068468	0.0022
RESID(-1)^2	-0.046389	0.019783	-2.344926	0.019
GARCH(-1)	0.998275	0.010876	91.78435	0
R-squared	-0.017041	Mean dependent var		0.001579
Adjusted R-squared	-0.017041	S.D. dependent var		0.017148
S.E. of regression	0.017294	Akaike info criterion		-5.328169
Sum squared resid	0.07447	Schwarz criterion		-5.271826
Log likelihood	670.0212	Hannan-Quinn criter.		-5.305493
Durbin-Watson stat	2.195585			
Inverted AR Roots	0.12			