

# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

## SIMULACIÓN DE PROCESOS FINANCIEROS



### PROYECTO FINAL

#### Presenta

Luis Eduardo Jiménez del Muro – 746484 – [eduardo.jimenez@iteso.mx](mailto:eduardo.jimenez@iteso.mx)

Lenin Quezada Gómez – 746115 – [lenin.quezada@iteso.mx](mailto:lenin.quezada@iteso.mx)

Mauricio Martínez Ulloa – 746331 – [mauricio.martinezu@iteso.mx](mailto:mauricio.martinezu@iteso.mx)

Rolando Fortanell Canedo – 744872 – [rolando.fortanell@iteso.mx](mailto:rolando.fortanell@iteso.mx)

**Profesor:** Alan Omar Topete Salazar

**Fecha:** 06/05/2025

## Contenido

Objetivo.....	3
Justificación .....	3
Marco teórico .....	4
Funcionamiento de las opciones.....	4
Estrategia Collar Hedge .....	4
Conceptos básicos de las opciones .....	4
Cálculo de límites de riesgo y rentabilidad .....	5
Impacto en las letras griegas .....	5
Contextos de aplicación óptimos.....	5
Simulación de Montecarlo para el modelado del precio de un activo .....	5
Variables antitéticas .....	5
Cálculo del precio de las primas (modelo de Black Scholes).....	6
Revisión de literatura .....	6
Estudios fundamentales.....	6
Casos empíricos .....	7
Críticas y limitaciones identificadas.....	7
Brechas identificadas .....	7
Metodología .....	7
Fuente de los datos .....	8
Técnicas utilizadas y análisis estadístico .....	8
Resultados.....	8
Resumen de los activos .....	8
Caminos simulados para Procter & Gamble.....	8
Collar Hedge para Procter & Gamble.....	9
Caminos simulados para Visa.....	11
Collar Hedge para Visa .....	12
Resumen de resultados .....	13
Discusión .....	14
Conclusiones .....	15
Referencias.....	15

## Objetivo

El objetivo de este proyecto es implementar la estrategia de opciones “Collar Hedge” en un caso de aplicación real. Esta estrategia tiene como objetivo principal la gestión de riesgos financieros, ofreciendo una cobertura frente a posibles fluctuaciones de mercado, y sobre todo, mercados bajistas. Con esta estrategia se pretende garantizar estabilidad financiera en los activos de un inversionista, y a su vez, obtener una cobertura sin tener desembolsar dinero.

Para ello, se tomarán 2 acciones del mercado (Procter & Gamble y Visa) y utilizando sus históricos desde 01/01/2023 hasta 01/05/2025, se probará el funcionamiento de la estrategia; simulando los precios de los activos a tres diferentes horizontes temporales: un mes, tres meses y un año, evaluando las posibles ganancias o pérdidas en cada caso, así como también presentar estadísticos importantes como el P&L (profit and loss) esperado de la estrategia, intervalos de confianza para el P&L y la probabilidad de ganancia de la estrategia.

## Justificación

Esta estrategia (Collar Hedge) se utiliza para gestionar los riesgos asociados a las estrategias de trading, es decir, al riesgo que tiene el activo subyacente cuando se presentan escenarios de incertidumbre y volátiles, como lo es prácticamente todo el tiempo. Resulta ser muy adecuada cuando el inversor posee o está forzado a comprar un activo subyacente (puede ser una acción, portafolio o commodity), buscar cubrir la caída, y que prácticamente no haya que desembolsar dinero para realizar la cobertura.

Esta estrategia es popular entre los inversionistas, porque se pueden obtener coberturas ante situaciones adversas del mercado, pero que también genera una limitante en las ganancias cuando se dan. Esto puede entenderse como un seguro, porque se paga una prima adicional (limitar la ganancia en el activo) para buscar protegerse de ciertos, pero resulta de suma importancia conocer el funcionamiento para saber qué realizar en cada escenario.

La compra de una opción put, en cambio, podría ser más costosa por el simple hecho de pagar la prima, mientras que en este caso la venta de una opción call genera un ingreso que va a compensar esta operación inicial. Esto la convierte en una estrategia más sencilla, accesible y realista, que se puede realizar sobre prácticamente cualquier posición larga. Se podría considerar como una estrategia conservadora para buscar realizar cobertura, pues prácticamente no se desembolsa dinero, y se reduce la exposición al riesgo que se podría tener, por lo que para este proyecto es pertinente.

Una de las ventajas de esta estrategia son las alternativas y opciones flexibles que presentan:

1. *Collar agresivo*

- Es cuando eliges una opción de venta con un precio de ejercicio más cercano al precio de mercado actual, lo que proporciona una protección más limitada, pero a un coste menor. Se acostumbra por inversores optimistas, o sea, que esperan buenos rendimientos en su acción.

2. *Collar conservador*

- En este caso, optamos por una opción de venta con un precio de ejercicio menor, buscando una protección más completa, aunque obviamente va a ser un coste mucho mayor. Esto lo acostumbran los inversionistas con un mayor grado de aversión al riesgo, pues prefieren sacrificar esas grandes ganancias por obtener una certeza mayor de que su inversión está protegida.

Esta estrategia además de contar con varias alternativas flexibles, se pueden estar ajustando conforme los movimientos del mercado lo requieran, ya que como sabemos, suelen ser muy dinámicos, y es importante estar monitoreando y ajustando estas estrategias. Si el precio de la acción se mueve con mucha fuerza, es posible que se necesite realizar un ajuste, pues probablemente los niveles con los que estábamos cubiertos ya fueron alcanzados, y se necesitaría reestructurar la estrategia y renovar las opciones.

## Marco teórico

### Funcionamiento de las opciones

Antes de explicar la composición formal del Collar Hedge es importante recordar brevemente el funcionamiento de las opciones financieras:

- *Long Call*: Compra el derecho a adquirir un activo a un precio determinado.
- *Long Put*: Compra el derecho a vender un activo a un precio determinado.
- *Short Call*: Vende la obligación de entregar un activo a un precio determinado.
- *Short Put*: Vende la obligación de comprar un activo a un precio determinado.

### Estrategia Collar Hedge

La estrategia Collar Hedge es una herramienta de cobertura que combina tres instrumentos financieros para equilibrar la protección contra pérdidas y la gestión de costos. Su estructura se compone de:

1. **Posición larga en el activo subyacente**: El inversor ya posee el activo (como acciones de una empresa) y busca proteger su valor ante caídas.
2. **Compra de una opción put out-of-the-money (OTM)**: Esta opción actúa como un "seguro" al darle el derecho de vender el activo a un precio predeterminado (strike), estableciendo un piso mínimo de valor.
3. **Venta de una opción call out-of-the-money (OTM)**: Al vender esta opción, el inversor obtiene un ingreso (prima) que compensa el costo de la put, pero sacrifica ganancias potenciales si el activo supera el strike de la call.

### Conceptos básicos de las opciones

- *Prima*: La prima de una opción depende de factores como la volatilidad del activo, el tiempo hasta la expiración y la diferencia entre el precio actual y el strike. En el Collar, el short call busca generar una prima igual o mayor a la de la long put, logrando un costo neto cero. Por ejemplo, si long put cuesta \$3 por acción, la call debe venderse a un strike que genera al menos \$3 en prima.

- **Volatilidad implícita:** En mercados inestables, las primas de las opciones aumentan. Esto beneficia al inversor al vender una call, ya que recibe una prima más alta, mejorando la compensación de costos.

#### Cálculo de límites de riesgo y rentabilidad

- **Protección a la baja:** Si el activo cae por debajo del Strike de la put  $K_p$ , el inversor ejerce la opción, vendiendo el activo a  $K_p$ . La pérdida máxima se limita a:

$$Pérdida_{max} = S_0 - K_p + (Prima\ call - Prima\ put)$$

Donde  $S_0$  es el precio inicial del activo

- **Techado de ganancias:** Si el activo supera el strike de la call  $K_c$ , el inversor ejercería su opción, por lo tanto, el emisor debe venderlo a  $K_c$ , limitando su ganancia a:

$$Ganancia_{max} = K_c - S_0 + (Prima\ call - Prima\ Put)$$

#### Impacto en las letras griegas

- **Delta:** La estrategia busca reducir la sensibilidad del portafolio a movimientos del mercado ( $\Delta \approx 0$ ).
- **Vega:** La exposición a la volatilidad es neutralizada parcialmente, ya que, la put comprada y la call vendida tienen efectos opuestos en vega.

#### Contextos de aplicación óptimos

El Collar Hedge es ideal en escenarios como:

- **Mercados bajistas o de alta incertidumbre:** Ejemplo: crisis económicas o eventos geopolíticos donde se anticipan caídas bruscas.
- **Inversores conservadores:** Aquellos que priorizan preservar capital sobre maximizar ganancias (ej. fondos de pensiones).
- **Posiciones largas obligatorias:** Casos donde el inversor no puede liquidar el activo (ej. acciones de insider en una empresa).

#### Simulación de Montecarlo para el modelado del precio de un activo

La simulación de Monte Carlo se utiliza para hacer una estimación de resultados de un evento no conocido, este modelo utiliza datos históricos y junto a una distribución de probabilidad construye un modelo de posibles resultados. El modelo vuelve a calcular los resultados varias veces y cada vez utiliza diferentes números aleatorios entre el rango de valores.

#### Variables antitéticas

Las variables antitéticas son una técnica de reducción de varianza que se utiliza en las simulaciones de Monte Carlo, la idea de esta técnica es emparejar cada número aleatorio con su opuesto para poder suavizar las fluctuaciones extremas mejorando la precisión del modelo y reduciendo su reducir la varianza.

## Cálculo del precio de las primas (modelo de Black Scholes)

El modelo Black-Scholes considera que las acciones tendrán una distribución lognormal de sus precios, la ecuación utiliza esto y otras variables para poder obtener el precio de una opción de compra de estilo europeo.

La fórmula de Black-Scholes es la siguiente:

$$C = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)T}{\sigma\sqrt{T}}, d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Las variables que toma en cuenta el modelo son las siguientes:

- *C: Precio de la opción call*
- *S<sub>0</sub>: Precio actual del activo subyacente*
- *K: Precio de ejercicio*
- *r: Tasa de interés libre de riesgo*
- *T: Tiempo de vencimiento*
- *σ: volatilidad del activo subyacente*
- *N(x): Función de distribución acumulada de la normal estándar*

## Revisión de literatura

Históricamente la cobertura con opciones se ha centrado en estrategias como la compra simple de puts o el uso de futuros. Sin embargo, el Collar Hedge ha ganado relevancia debido a su capacidad para equilibrar protección y costo. A continuación, mencionaremos hallazgos clave y brechas:

### Estudios fundamentales

- **Leland (1985):** Propuso que las estrategias de costo cero son viables cuando las primas de opciones call y put están en equilibrio, algo aplicable en mercados eficientes.
- **McDonald (2003):** Demostró que el Collar reduce la varianza de los retornos en un 40-60% comparado con una posición larga sin cobertura, validando su eficacia estadística.
- **Natenberg (1994):** Destacó la importancia de considerar la sensibilidad a la volatilidad (vega) en collares, especialmente durante crisis.

## Casos empíricos

- **Apple Inc. (2008):** Durante la crisis financiera, accionistas institucionales implementaron collares para proteger sus participaciones, limitando pérdidas a un 10% frente a caídas del 50% en el mercado.
- **Mercado de Petróleo (2020):** Productores de petróleo crudo utilizaron collares para cubrir precios ante el colapso de demanda por la pandemia, fijando un piso de 40/Barril y techo de 60/Barril

## Críticas y limitaciones identificadas

- **Techado de ganancias:** Autores como Hull (2021) argumentan que el Collar sacrifica rentabilidad en mercados alcistas. Por ejemplo, si un activo sube un 30%, el inversor solo captura ganancias hasta el strike de la call.
- **Costos ocultos:** Estudios como Fidelity Investments (2019) señalan que, en la práctica, los collares rara vez son completamente costo cero debido a spreads entre los precios bid-ask, comisiones o diferencias en liquidez entre opciones.
- **Complejidad operativa:** La selección de strikes y fechas de expiración requiere sofisticación. Un error en estos parámetros puede dejar al inversor desprotegido o limitar ganancias innecesariamente.

## Brechas identificadas

1. **Falta de estudios en mercados emergentes:** El 90% de los análisis se centran en el S&P 500 o el Euro Stoxx 50, dejando de lado mercados con características muy distintas como Latinoamérica, África o Asia.
2. **Impacto fiscal:** Pocos trabajos abordan cómo las ganancias de opciones afectan la carga tributaria. Por ejemplo, en EE. UU., las opciones vendidas pueden generar impuestos a corto plazo, reduciendo beneficios netos.
3. **Optimización mediante IA:** Aún no existe literatura consolidada sobre el uso de inteligencia artificial para ajustar dinámicamente los strikes de un collar en función de cambios en volatilidad o expectativas de mercado.

## Metodología

La metodología para realizar este estudio y comprobar el funcionamiento de los Collar Hedge consiste en modelar el precio de 2 activos (Visa y Procter & Gamble) a tres diferentes escenarios futuros, 1 mes, 3 meses y 1 año por medio de una simulación de Monte Carlo con variables antitéticas como método de reducción de varianza. Con ello, se busca comprobar cuales se hubieran sido las ganancias o pérdidas (P&L) así como también un análisis estadístico del experimento con lo siguiente:

- P&L esperado de la operación.
- Probabilidad de ganancia en la estrategia.
- Intervalo de confianza al 95% para el P&L.

## Fuente de los datos

Para realizar este análisis, se utilizarán datos obtenidos de la plataforma de Yahoo! Finance por medio del API de Python. La información utilizada el rendimiento esperado, volatilidad anualizada, y con ello realizar las simulaciones correspondientes, empieza a partir del día 1 de enero de 2023 al día 1 de mayo de 2025.

## Técnicas utilizadas y análisis estadístico

Para la simulación de precios futuros de los activos se realizó una simulación de 200 caminos diferentes por medio de Monte Carlo con variables antitéticas, lo que aplica una reducción a la varianza para los resultados del modelo. Posteriormente, se calcularon el precio de las primas de las opciones por medio de Black Scholes tomando como precios strike los siguientes:  $K_p = S_0 \cdot 0.95$  y  $K_c = S_0 \cdot 1.05$ .

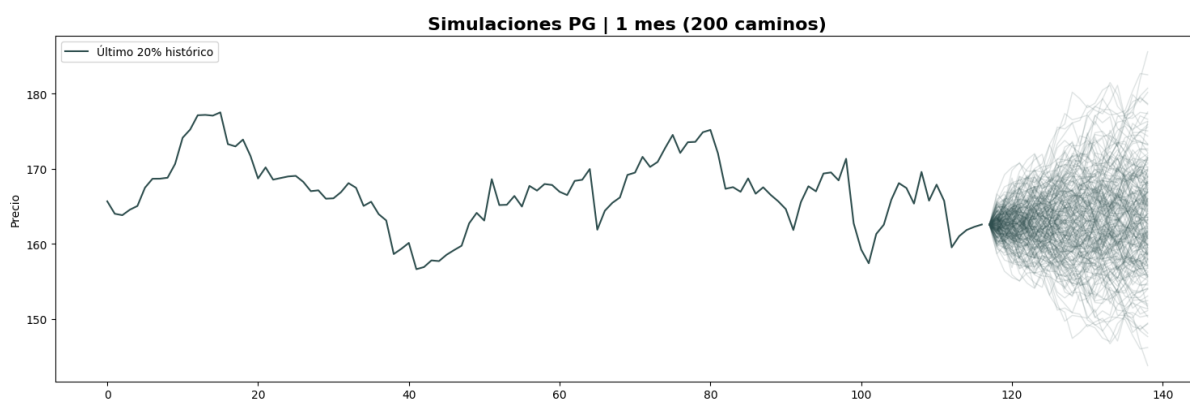
Con los resultados obtenidos, se calcularon distintos estadísticos como el P&L esperado de la estrategia, intervalo de confianza al 95% para el P&L, del cual, podemos interpretar la cola izquierda como el VaR (valor en riesgo) de la estrategia. Además, como adicional se calculó la probabilidad de generar ganancias con la estrategia  $P[P\&L > 0]$ .

## Resultados

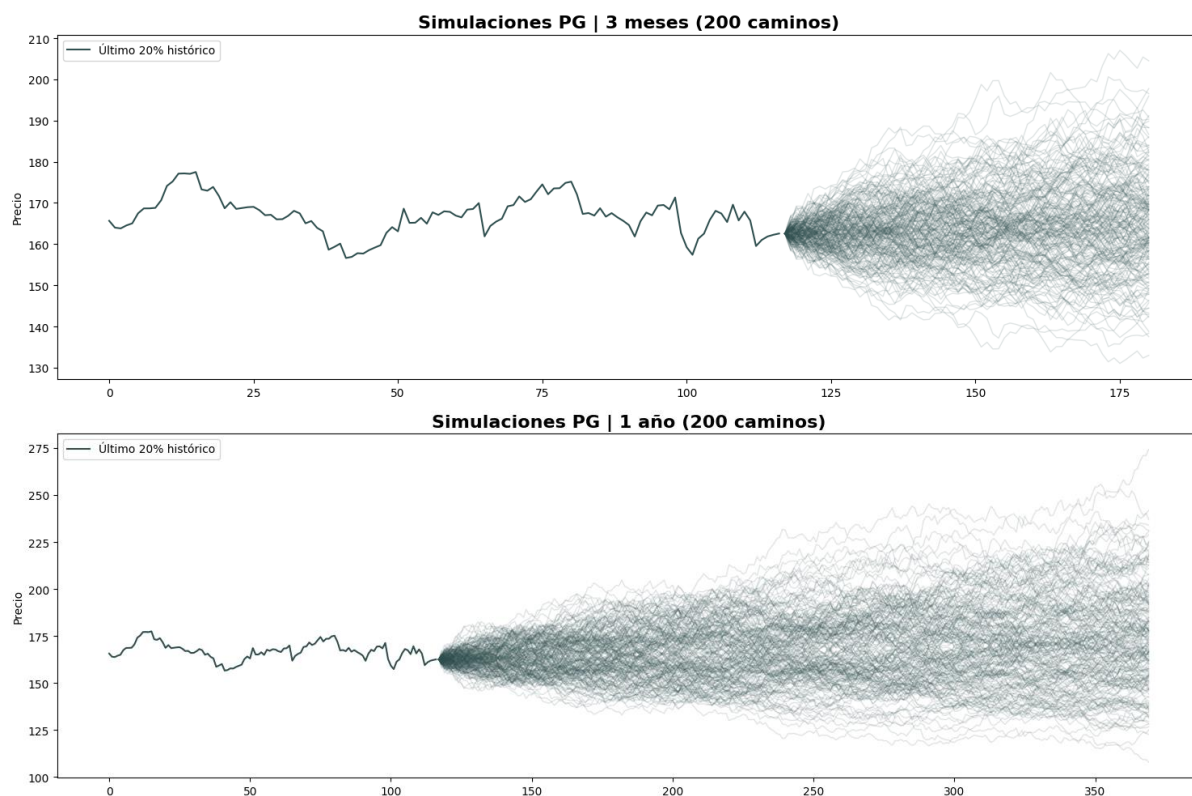
### Resumen de los activos

Resumen de los Activos		
Métrica	PG	V
Precio Actual ( $S_0$ )	162.57	345.5
Volatilidad	16.50%	18.31%
Rendimiento esperado	7.08%	24.53%

### Caminos simulados para Procter & Gamble

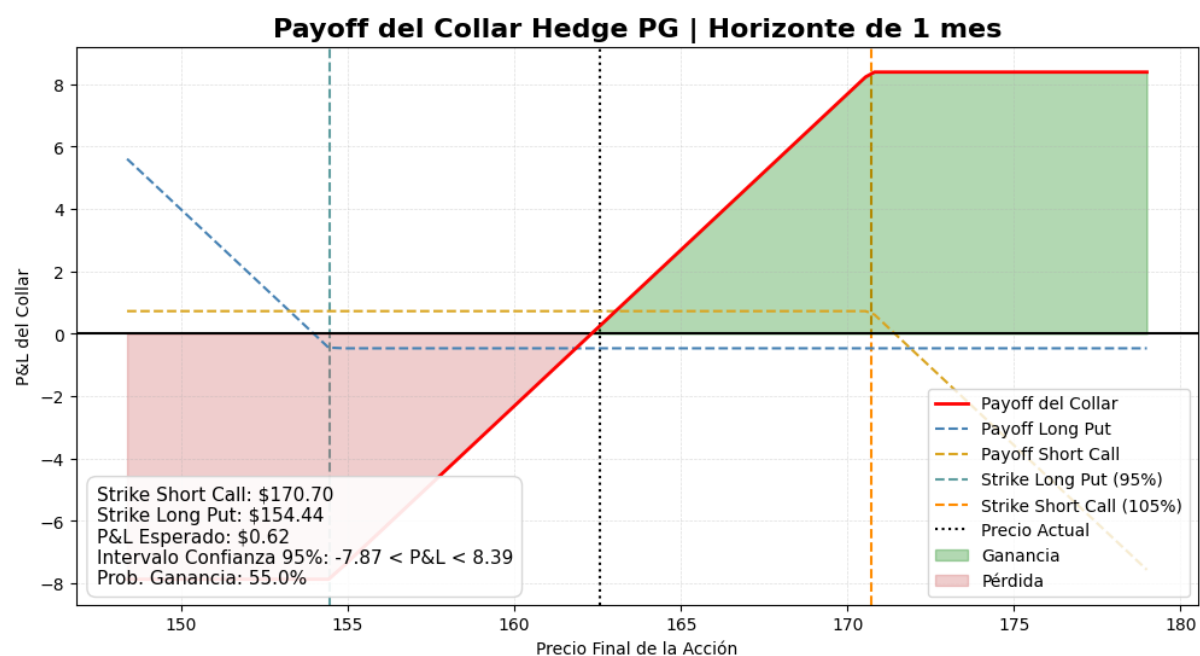


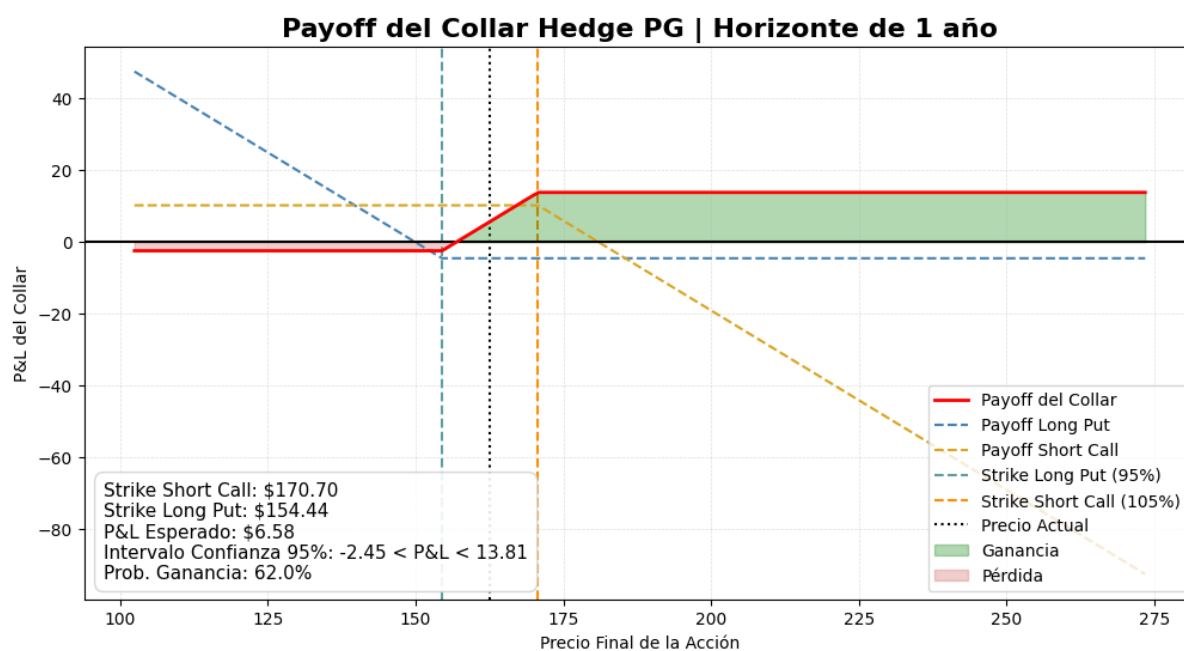
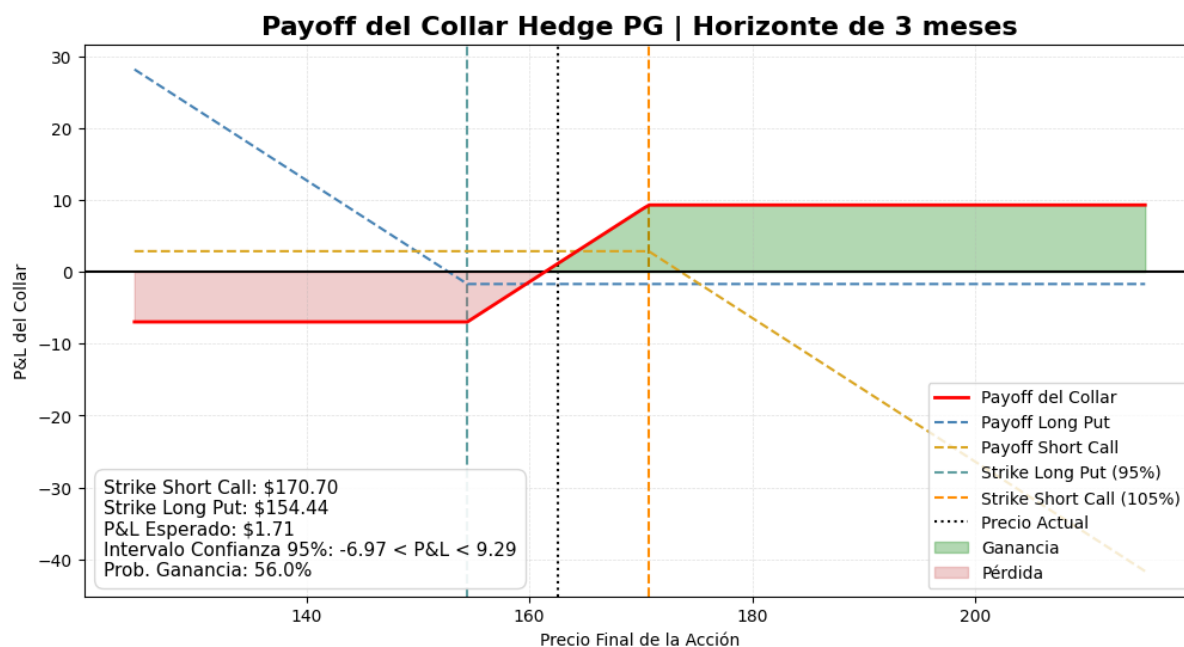




En estas gráficas observamos que para los periodos de 1 mes y 3 meses los caminos simulados de Procter & Gamble se ven centrados en el precio actual, lo que indica que no se espera mucho crecimiento o tendencia al alza en esos periodos. Mientras que en la simulación a 1 año si podemos ver que los caminos se cargan un poco hacia arriba, indicando que se estima que el precio de la acción tenga una tendencia al alza en el futuro.

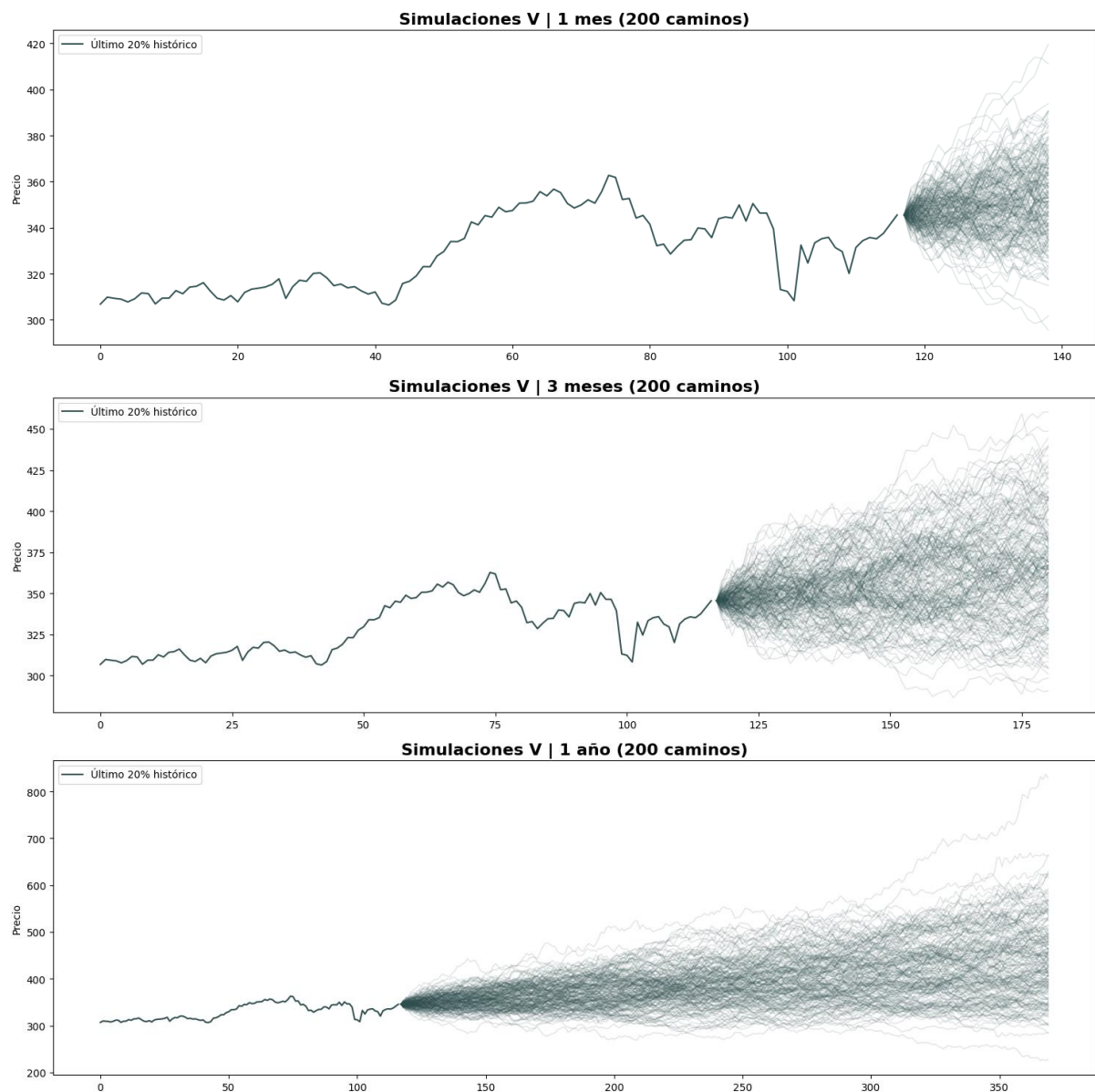
### Collar Hedge para Procter & Gamble





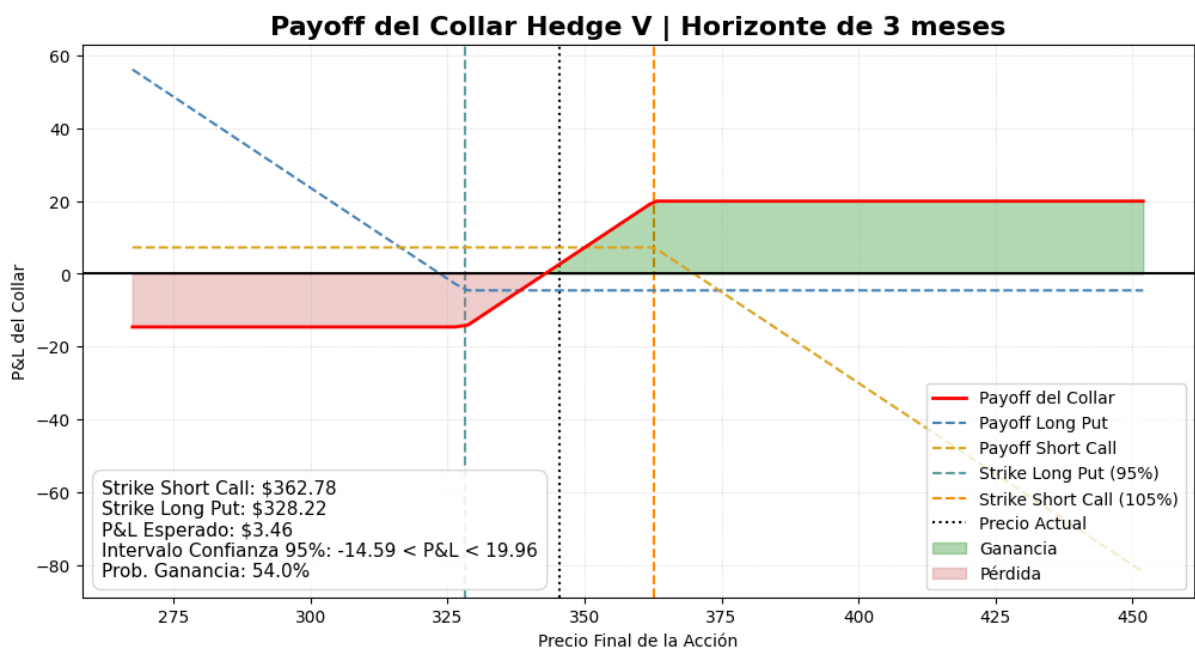
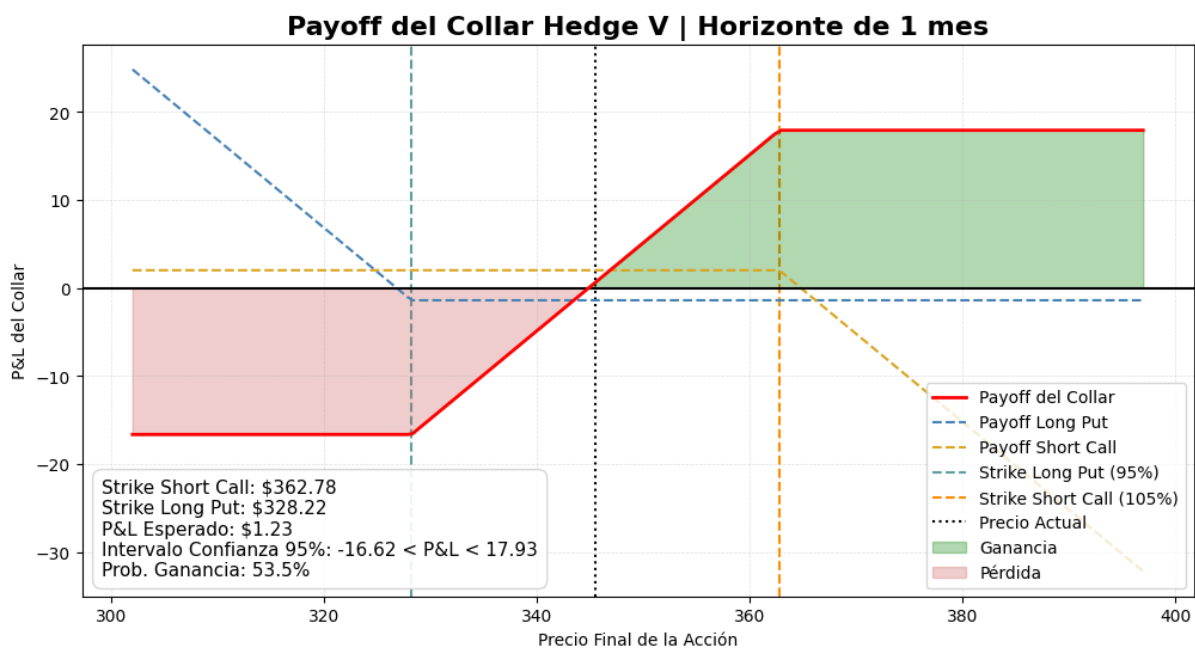
Con las gráficas anteriores observamos como es que se logra la cobertura para Procter & Gamble para cada horizonte temporal. Vemos como es que se limitan las pérdidas en caso de que el precio de la acción baje, así como también las ganancias en caso de que suba. Las probabilidades de obtener ganancias están entre el 55% y el 62% aproximadamente, así como también un P&L esperado positivo.

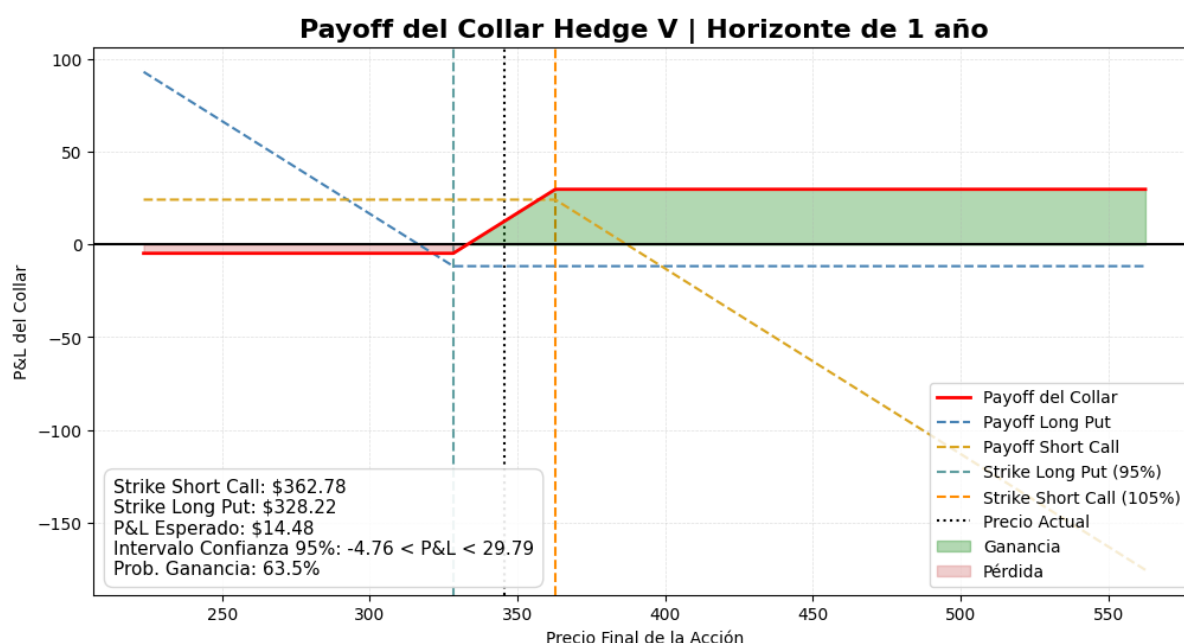
## Caminos simulados para Visa



Nuevamente en el horizonte de 1 mes observamos los caminos centrados en el precio actual de Visa. Sin embargo, ahora se logra observar una tendencia al alza en los periodos de 3 meses y 1 año, lo que indica que las simulaciones estiman que en promedio, el precio de la acción tendrá una subida en el largo plazo, pero en el corto plazo no es muy claro lo que sucederá.

Collar Hedge para Visa





Nuevamente, con las gráficas anteriores observamos como es que se logra la cobertura para Visa para cada horizonte temporal. Vemos como es que se limitan las pérdidas en caso de que el precio de la acción baje, así como también las ganancias en caso de que suba. Las probabilidades de obtener ganancias están entre el 53% y el 63% aproximadamente, así como también un P&L esperado positivo.

## Resumen de resultados

Resultados en USD del Collar Hedge						
Métrica	Procter & GAMBLE			VISA		
	1 mes	3 meses	1 año	1 mes	3 meses	1 año
Precio Spot	162.57			345.50		
Strike Long Put	154.44			328.22		
Strike Short Call	170.70			362.78		
Prima Long Put	0.47	1.70	4.53	1.38	4.56	11.69
Prima Short Call	0.73	2.86	10.22	2.03	7.24	24.21
Neto	0.26	1.16	5.69	0.65	2.68	12.52
P&L Esperado (\$)	0.56	1.71	6.58	1.23	3.46	14.48
P&L Esperado (%)	0.34%	1.05%	4.05%	0.36%	1.00%	4.19%
IC 95% P&L (\$)	-7.87<<8.39	-6.97<<9.29	-2.45<<13.81	-16.62<<17.93	-14.59<<19.96	-4.76<<29.79
IC 95% P&L (%)	-4.84%<<5.16%	-4.10%<<5.71%	-1.51%<<8.49%	-4.81%<<5.19%	-4.22%<<5.78%	-1.38%<<8.62%
Prob. Ganancia (%)	55.0%	56.0%	62.0%	53.5%	54.0%	63.5%

Con esta tabla resumen podemos observar los siguientes resultados:

- A medida que aumente el plazo, el costo de las primas aumenta.
- Debido a que Visa tiene una mayor volatilidad tiene costos en sus primas mayores en comparación a Procter & Gamble.
- Ambos presentan P&L esperado parecido para cada periodo: 0.3%, 1% y 4% aproximadamente para 1 mes, 3 meses y 1 año respectivamente.
- Los P&L esperados son bajos, pero hay que recordar que esta estrategia es exclusivamente para cobertura y no para la especulación.
- En los intervalos de confianza podríamos interpretar la cola izquierda como el valor en riesgo (VaR) de nuestra estrategia. Observamos que en Procter & Gamble, la máxima

pérdida esperada que podríamos tener en el collar a cada periodo es mucho menor que la de Visa.

- Las probabilidades de ganancia son prácticamente las mismas en ambas acciones en sus respectivos periodos. En todas poco por encima del 50%, lo que indica que no es muy seguro tener ganancias. Sin embargo, no esperamos tenerlas debido a que el objetivo principal es limitar las pérdidas sin desembolsar dinero para ello.

## Discusión

En este proyecto se trabajó con las acciones *Procter & Gamble (PG)* y *Visa (V)*, que a través de la implementación de una estrategia **Collar Hedge** pudimos evaluar su eficacia como una herramienta de cobertura para diferentes intervalos temporales, que fueron 1 mes, 3 meses y 1 año. Los resultados obtenidos simplemente confirman lo propuesto en la literatura analizada, aunque nos permite obtener una idea de las limitaciones que existen cuando se trata de un escenario real.

El objetivo principal del Collar Hedge es buscar limitar las pérdidas sin necesitar de un costo significativo inmediato (un desembolso fuerte), lo cual, se logra en este caso específico a través de nuestro trabajo. Esta proposición se puede relacionar con lo que presenta **McDonald** en su libro “**Derivatives Markets**”, quien logró mostrar la reducción de la varianza de los retornos en aproximadamente el intervalo de 40-60%, a través de la implementación de esta estrategia (considerando la comparación contra una posición larga que no utiliza ningún tipo de cobertura).

Una de las principales desventajas de esta estrategia (aunque no implica que no cumple su función) es que las ganancias están limitadas, como lo señala **Hull** en su libro “**Options, Futures, and Other Derivatives**”, y que ilustra nuestro trabajo, pues estamos obteniendo una seguridad, sacrificando que, en un escenario de mercados alcistas, podríamos haber obtenido rendimientos mucho más altos. Las probabilidades de obtener ganancia en nuestro proyecto superan apenas el 50%, por lo que, reducir la exposición al riesgo sacrificando esa posibilidad de “ganancias altas” resulta viable y justificado.

Podemos observar que Visa, que tiene una volatilidad más alta (arriba del 18%) que P&G (cerca de 16.5%), presentó una prima más alta en sus opciones, lo que aumenta el costo de la cobertura directamente, pero que permite ampliar el intervalo de confianza del Profit & Loss. Como hemos estudiado en varias materias, a medida que avanza el plazo presentado, nuestro P&L puede ir creciendo, pero de la misma manera, va aumentando el grado de incertidumbre, es decir, el intervalo de confianza va a ser más grande y menos preciso.

Este ejemplo, también se relaciona con lo presentado por **Natenberg** en su libro “**Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques**”, donde sugiere ajustar la estrategia dependiendo de la volatilidad implícita del mercado, pues esta refleja las expectativas que tiene el mercado para el desempeño futuro del activo.

Una de las limitantes que se pueden reconocer en este proyecto, es que para analizar activos de mercados con tan grandes volúmenes de transacción e información, tenemos un escenario más claro y menos volátil, pero si quisiéramos aplicar esta estrategia a un mercado más volátil

y menos líquido, por ejemplo, México o cualquier otro país de Latinoamérica, tendríamos que encontrar diferentes estrategias y replantear si el uso de una cobertura sería conveniente considerando los costos de transacción requeridos, así como también, los costos implícitos de liquidez, pues en estos mercados, es mucho más difícil cerrar posiciones debido a los bajos volúmenes de compraventa de activos.

## Conclusiones

La estrategia **Collar Hedge** puede parecer “conservadora pero efectiva”, pero que es una excelente opción para los inversores que priorizan proteger su capital, en lugar de buscar utilidades altas, encontrando un “**piso de pérdidas**” como lo mostramos en este proyecto. Los resultados presentados, así como la literatura consultada, presentan esta estrategia como una alternativa viable, funcional, siempre y cuando se tengan contemplados los costos transaccionales, así como un monitoreo constante en la posibilidad de un ajuste en la estrategia.

Por mencionar algunos resultados, se lograron los objetivos principales de la cobertura sin un desembolso inicial grande, ya que el costo neto fue cercano a cero gracias al ingreso obtenido por la venta de calls, que equilibraron el costo de las puts. Los rendimientos esperados no fueron altos, pero en todo momento fueron positivos, cumpliendo con la función y naturaleza de la estrategia de cuidar el patrimonio del inversionista.

Es importante mencionar que a mayor plazo, se requiere un mayor monitoreo, lo cual puede presentarse como una limitante. Por otra parte, pueden existir casos en los que los strikes de los put sean demasiado bajos y expongan a un mayor riesgo al inversor, o que, en caso contrario, encarezcan la cobertura.

Podríamos recomendar ampliamente su uso para inversores con una aversión al riesgo entre moderada y alta, aunque también podría ser de utilidad para inversores de otro estilo ante mercados bajistas, con incertidumbre o alta volatilidad, como se está presentando en la actualidad dado el contexto de la implementación de aranceles por parte del presidente de Estados Unidos, Donald J. Trump.

Para el caso de un contexto opuesto, con mercados alcistas, podría ser conveniente utilizar otro tipo de estrategias si se tiene una aversión al riesgo menor, además de que puede ser más rentable, por la baja necesidad de obtener una cobertura, que no solo limitaría las ganancias, sino que asumiría un costo extra para el inversor.

## Referencias

1. Cárpatos, J. L. (2023, July 10). Diseccionando la estrategia de cobertura de JPMorgan. La Estrategia de las Opciones Financieras - el. Serenity Markets. <https://serenitymarkets.com/noticias-bolsa/diseccionando-la-estrategia-de-cobertura-de-jpmorgan-la-estrategia-de-las-opciones-financieras-el-collar-por-optionelements-es>



2. CME Group. (s. f.). Diferenciales de collar.  
<https://www.cmegroup.com/es/education/courses/option-strategies/collars.html>
3. Global X Team (2023.). Estrategias de collar de opciones como herramienta de gestión de riesgos. <https://globalxetfs.co/estrategias-de-collar-de-opciones-como-herramienta-de-gestion-de-riesgos/>
4. FasterCapital. (s. f.). Cobertura con estrategias de collar.  
<https://fastercapital.com/es/tema/cobertura-con-estrategias-de-collar.html>
5. Fidelity Investments. (2019). Option Strategies for Your Portfolio.
6. Hayes, A. (2024). Black-Scholes Model: What it is, how it works, and options formula. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/b/blackscholes.asp>
7. Hull, J. C. (2021). Options, Futures, and Other Derivatives (10ª ed.). Pearson.
8. IBM. (2024). Simulación de Monte Carlo. ¿Qué es la simulación de Monte Carlo?  
<https://www.ibm.com/mx-es/topics/monte-carlo-simulation>
9. McDonald, R. L. (2003). Derivatives Markets (2ª ed.). Addison-Wesley.
10. Natenberg, S. (1994). Option Volatility & Pricing: Advanced Trading Strategies and Techniques. McGraw-Hill.
11. UNAM (s.f.) Método de Monte Carlo y reducción de varianza.  
<https://sistemas.fciencias.unam.mx/~silo/Cursos/simulacion/tareas/cap6.pdf>