Ingeniería Financiera

Módulo 4.7

Opciones

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas

Dr. Víctor G. Alfaro-García

Objetivo

El estudiante comprenderá el funcionamiento, tipos, estrategias y valuación de opciones, diferenciando su uso en cobertura y especulación.

Concepto y clasificación

- Una opción es un contrato que otorga el derecho, pero no la obligación, de comprar o vender un activo a un precio pactado en el futuro.
- Call (opción de compra): Derecho a comprar.
- Put (opción de venta): Derecho a vender.
- Europea: Solo puede ejercerse al vencimiento.
- Americana: Puede ejercerse en cualquier momento hasta el vencimiento.

Tipo de derecho	Estilo de ejercicio	Descripción
Call	Europea	Derecho a comprar al precio pactado solo al vencimiento
Call	Americana	Derecho a comprar al precio pactado en cualquier momento hasta el vencimiento
Put	Europea	Derecho a vender al precio pactado solo al vencimiento
Put	Americana	Derecho a vender al precio pactado en cualquier momento hasta el vencimiento

Palabras clave y definiciones

- **Precio de ejercicio / precio strike:** Precio al que el tenedor de la opción tiene derecho a comprar o vender el activo.
- **Fecha de vencimiento**: Fecha en la que expira el derecho de ejercer la opción.
- **Prima de la opción:** Precio pagado por adelantado para adquirir el derecho de la opción.
- **Contrato de futuros (comparativo):** Compromiso de comprar o vender un activo en una fecha futura específica, no es un derecho sino una obligación.
- **CBOE (Chicago Board Options Exchange):** Principal bolsa de opciones sobre acciones en el mundo.
- El derecho de ejercer siempre lo tiene el comprador de la opción. El vendedor debe cumplir si el comprador decide ejercer.

Definición de posiciones en opciones

Posición	Tipo de opción	¿Qué significa?	Derecho / obligación	Ingreso inicial
Call largo	Opción de compra	Compras el derecho de comprar el activo al strike	Derecho a comprar	Pagas prima
Call corto	Opción de compra	Vendes el derecho de que alguien te compre el activo al strike	Obligación de vender si el comprador ejerce	Recibes prima
Put largo	Opción de venta	Compras el derecho de vender el activo al strike	Derecho a vender	Pagas prima
Put corto	Opción de venta	Vendes el derecho de que alguien te venda el activo al strike	Obligación de comprar si el comprador ejerce	Recibes prima

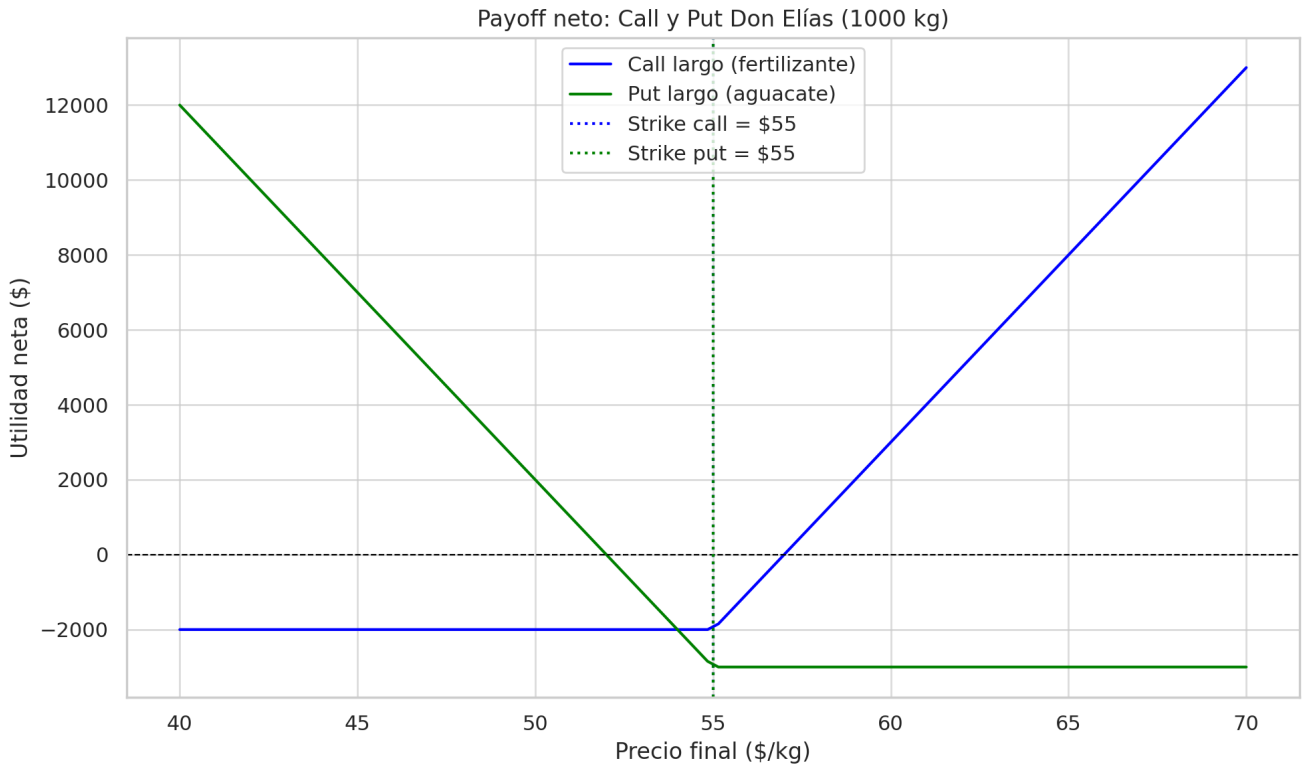
Don Elías y las opciones

Don Elías es productor de aguacate.

- Estamos en **enero de 2025**.
- El precio actual del kilo de aguacate es **$50**.

Don Elías negocia en el mercado de opciones para proteger su negocio ante fluctuaciones de precio para abril de 2025 (época de cosecha).

Opción	Problema	Acción	Escenario 1	Escenario 2
Call derecho a comprar, como comprador	Su objetivo es asegurarse de que el precio del fertilizante que utiliza no le cueste más de $55 por kilo (precio de ejercicio), protegiéndose ante un alza de precios.	Compra un call con strike $55, abril 2025. Paga una prima de $2 por kilo. Contrato por 1000 kilos → paga $2000 de prima.	El fertilizante subió a $60 → ejerce su opción → compra a 55 → gana 5 por kilo → 5 × 1000 = $5000 - $2000 = +$3000.	El fertilizante quedó en $54 → no ejerce → pierde $2000 de la prima.
Put derecho a vender, como comprador	Su objetivo es asegurarse de poder vender su aguacate al menos en $55 por kilo (precio de ejercicio), protegiéndose ante una caída de precios.	Compra un put con strike $55, abril 2025. Paga una prima de $3 por kilo. Contrato por 1000 kilos → paga $3000 de prima.	El precio del aguacate cayó a $50 → ejerce → vende a 55 → gana 5 por kilo → 5 × 1000 = $5000 - $3000 = +$2000.	El precio quedó en $56 → no ejerce → pierde $3000 de la prima.



Interpretación clave

•El **call** protege contra un alza del precio (insumos como fertilizante).
•El **put** protege contra una caída del precio (producto como aguacate).
•La **pérdida máxima** es la prima pagada si el mercado no se mueve a favor.
•Las líneas verticales punteadas indican el **precio de ejercicio ($55)** de ambos contratos.

Call largo (fertilizante)

Strike = $55, prima = $2/kg (paga $2000 al inicio).
•Si el precio final ≤ $55: Don Elías no ejerce el call, pierde la prima → utilidad = -$2000 (línea horizontal).
•Si el precio final > $55: Don Elías ejerce y compra más barato, su ganancia neta crece:
• Utilidad neta = (precio − 55)× 1000 − 2000
•Cada dólar que sube el precio por encima de $55 genera +$1000 de ganancia adicional.
Visualmente: La línea azul es plana en -2000 hasta $55, luego sube en pendiente +1000 por cada dólar.

Put largo (aguacate)

•**Strike = $55, prima = $3/kg** (paga $3000 al inicio).
•Si el precio final ≥ $55: Don Elías no ejerce el put, pierde la prima → utilidad = -$3000 (línea horizontal).
•Si el precio final < $55: Don Elías ejerce y vende más caro que el mercado, su ganancia neta crece:
•Utilidad neta=(55−precio)×1000−3000
•Cada dólar que baja el precio genera +$1000 de ganancia adicional.
•**Visualmente:** La línea verde es plana en -3000 hasta $55, luego sube en pendiente +1000 por cada dólar que baja el precio.

Opción call – Payoff

Don Elías está preocupado porque el fertilizante que necesita podría subir de precio en un mes. Para protegerse, compra una opción call que le permite asegurarse un precio máximo de compra.

- **Datos del caso:**
- Precio spot actual: 50
- Precio de ejercicio: 45
- Precio final al vencimiento: 55

Interpretación:
El fertilizante subió a 55. Don Elías ejerce su opción y compra a 45, ganando 10 por unidad respecto al precio de mercado. Si el precio hubiera quedado debajo de 45, no ejercería y solo perdería la prima.

Fórmula: $\max(S_T - K, 0)$

Variables:

$S_T = \text{Precio final del activo}$

$K = \text{Precio de ejercicio}$

Ejemplo:

$S_T = 55 \quad K = 45$

Cálculo:

$\max(55 - 45, 0) = 10$

Aplica a:

Opción americana: sí (el payoff se calcula al ejercicio, que puede ser en cualquier momento).

Opción europea: sí (el payoff se calcula al vencimiento).

Ya vimos cómo una opción call protege a Don Elías frente a un aumento en el precio de un insumo. Ahora exploremos cómo funciona una opción put, que le permite asegurarse un precio mínimo si el mercado cae.

Opción put – Payoff

Don Elías tiene un lote de cosecha que venderá en un mes, pero teme que el precio baje. Para protegerse, compra una opción put que le permite asegurarse un precio mínimo de venta.

- **Datos del caso:**
- Precio spot actual: 50
- Precio de ejercicio: 55
- Precio final al vencimiento: 45

Interpretación:
El precio cayó a 45. Don Elías ejerce su opción y vende a 55, ganando 10 por unidad respecto al precio de mercado. Si el precio hubiera estado por encima de 55, no habría ejercido la opción y solo perdería la prima

Fórmula: $\max(K - S_T, 0)$

Variables:

$S_T = \text{Precio final del activo}$

$K = \text{Precio de ejercicio}$

Ejemplo:

$S_T = 45 \quad K = 55$

Cálculo:

$\max(55 - 45, 0) = 10$

Aplica a:

Opción americana: sí (payoff se calcula al ejercicio, en cualquier momento).

Opción europea: sí (payoff se calcula al vencimiento).

Entendido el payoff de las opciones al vencimiento, es momento de analizar el valor que tendría una opción si Don Elías decidiera ejercerla hoy. Comenzaremos con el valor intrínseco de una opción call.

Opción call – Valor intrínseco

Don Elías evalúa si su opción call tiene valor si decidiera ejercerla hoy mismo. El valor intrínseco muestra la ganancia inmediata si se ejerce en este momento.

Datos del caso:

- Precio spot actual: 52
- Precio de ejercicio: 50

Interpretación:
Don Elías podría ejercer la opción y comprar a 50 algo que vale 52, obteniendo una ganancia inmediata de 2 por unidad.

Fórmula: $\max(S - K, 0)$

Variables:

$S = \text{Precio spot actual}$

$K = \text{Precio de ejercicio}$

Ejemplo:

$S = 52 \quad K = 50$

Cálculo:

$\max(52 - 50, 0) = 2$

Aplica a:

Opción americana: sí (puede ejercerse en cualquier momento, por lo que el intrínseco tiene sentido en todo instante).

Opción europea: no se puede ejercer antes del vencimiento, pero el intrínseco es útil para ver el valor que tendría al ejercicio.

Ahora aplicamos el mismo concepto al put: ¿qué ganancia inmediata obtendría Don Elías si ejerciera hoy su opción de venta?

Opción put – Valor intrínseco

Don Elías analiza si su opción put tendría valor si decidiera ejercerla hoy mismo. El valor intrínseco muestra la ganancia inmediata si se ejerce en este momento.

Datos del caso:

- Precio spot actual: 48
- Precio de ejercicio: 50

Interpretación:
Don Elías podría ejercer la opción y vender a 50 algo que vale 48, obteniendo una ganancia inmediata de 2 por unidad.

Fórmula: $\max(K - S, 0)$

Variables:

$S = \text{Precio spot actual}$

$K = \text{Precio de ejercicio}$

Ejemplo:

$S = 48 \quad K = 50$

Cálculo:

$\max(50 - 48, 0) = 2$

Aplica a:

Opción americana:

sí (puede ejercerse en cualquier momento, por lo que el intrínseco tiene sentido en todo instante).

Opción europea:

no se puede ejercer antes del vencimiento, pero el intrínseco es útil para ver el valor que tendría al ejercicio.

Opciones In-the-Money (ITM), At-the-Money (ATM) y Out-of-the-Money (OTM)

¿Cuándo una opción tiene valor inmediato?

- El valor intrínseco de la opción depende de si está ITM, ATM o OTM.
- Solo las opciones ITM tienen valor si se ejercen de inmediato.
- ITM, ATM y OTM son solo formas técnicas de clasificar opciones según el precio actual. El valor de la opción depende de la estrategia y de lo que esperas del mercado.

Tipo	Call	Put
In-the-money (ITM)	Precio spot > Precio de ejercicio	Precio spot < Precio de ejercicio
At-the-money (ATM)	Precio spot ≈ Precio de ejercicio	Precio spot ≈ Precio de ejercicio
Out-of-the-money (OTM)	Precio spot < Precio de ejercicio	Precio spot > Precio de ejercicio

Ejemplo suponiendo strike = $50

Precio spot ($)	Call	Interpretación call	Put	Interpretación put
55	ITM	Conviene ejercer: compras a 50, vale 55	OTM	No conviene ejercer: vender a 50 algo que vale 55 no tiene sentido
50	ATM	Precio = strike, no hay ganancia al ejercer	ATM	Igual: vender a 50 lo que vale 50 no da ganancia
45	OTM	No conviene ejercer: comprar a 50 lo que vale 45 es perder	ITM	Conviene ejercer: vendes a 50 lo que vale 45

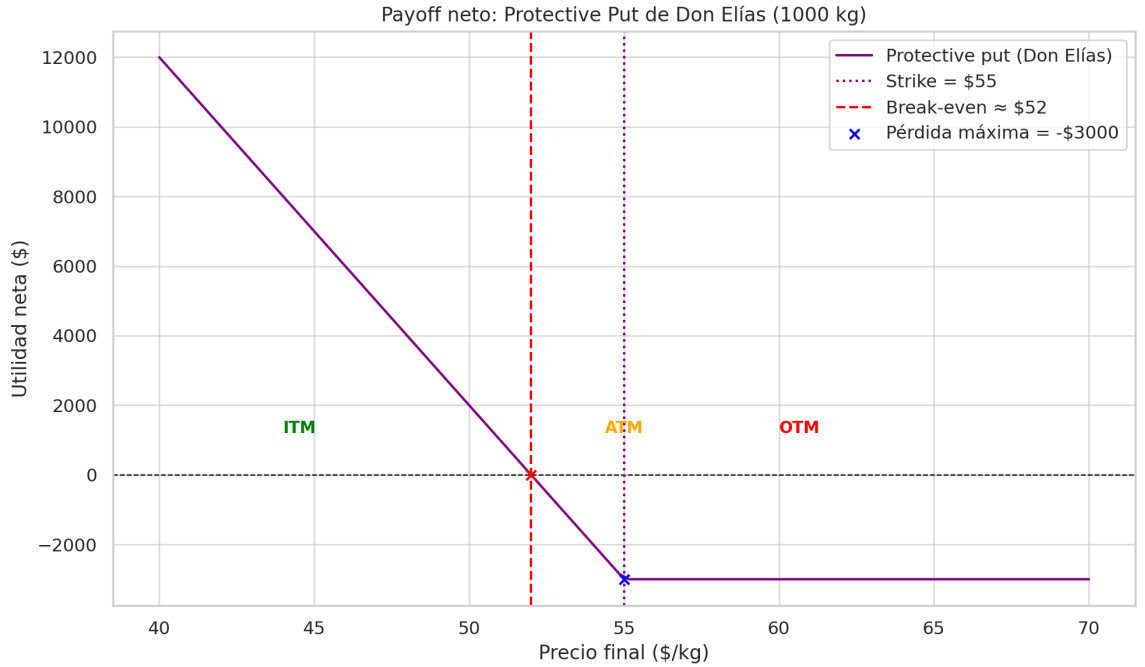
Las opciones ITM tienen valor intrínseco positivo. Las ATM no aportan ganancia inmediata. Las OTM solo tienen valor por el tiempo que falta al vencimiento, esperando que el mercado cambie.

Estrategia: Protective Put

- **Problema**
  Don Elías tiene su cosecha lista y teme que el precio del aguacate pueda caer antes de venderla.
- **Objetivo**
  Quiere asegurarse un precio mínimo de venta para proteger el valor de su cosecha.
- **Acción**

  Tiene 1000 kilos de aguacate.

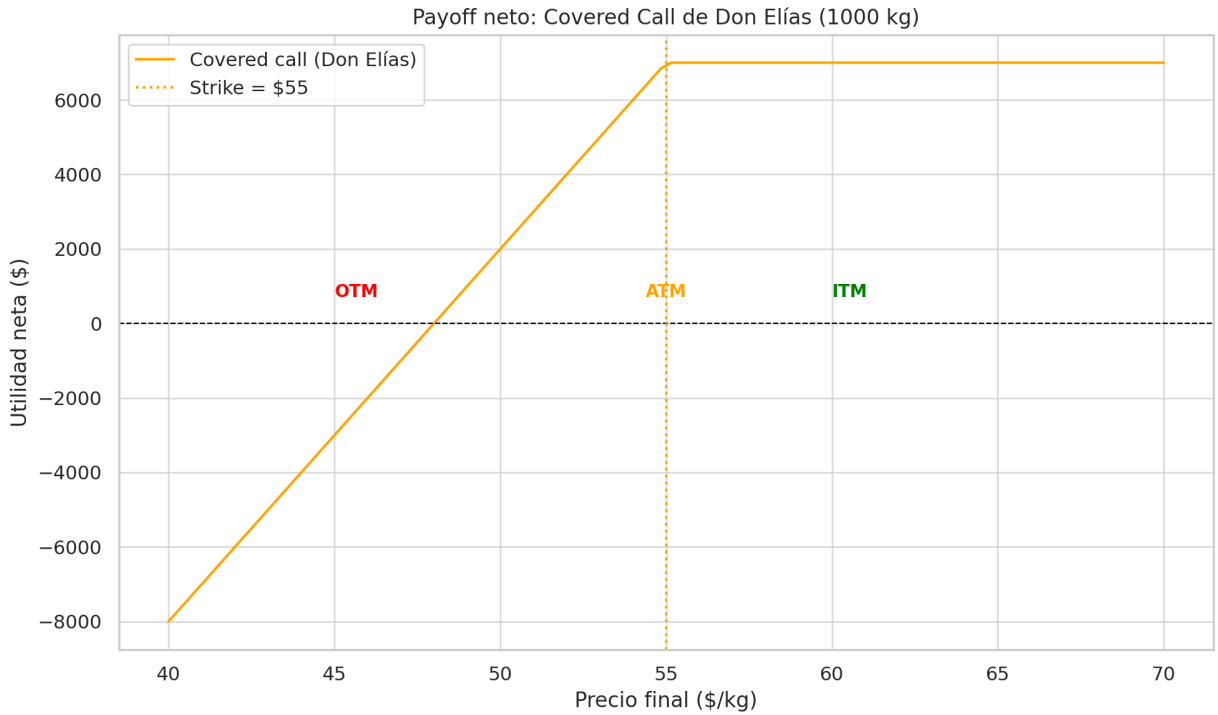
  Compra un put con strike = $55, prima = $3/kg → paga $3000.



- El protective put actúa como un seguro
- Paga una prima para limitar su pérdida si el mercado baja.
- Si el mercado sube, vende a mejor precio y solo pierde la prima.
- Es decir: “Pago un seguro para poder vender mi aguacate caro si el precio baja. Si el precio no baja, perdí lo del seguro, pero vendí bien.”

Estrategia: Covered Call

- Don Elías tiene su cosecha lista y quiere generar un ingreso extra mientras espera vender su aguacate.
- Quiere obtener un ingreso adicional vendiendo el derecho a otro para que compre su aguacate si el precio sube mucho.
- Don Elías tiene 1000 kilos de aguacate.
- Vende un call con strike = $55, prima = $2/kg → recibe $2000 al inicio.
- El covered call: Genera un ingreso adicional con la prima.
- Limita la ganancia si el mercado sube mucho, porque debe vender al strike.
- Protege parcialmente la caída porque la prima compensa algo.



•La ganancia crece hasta el strike + prima.
•Luego se aplana porque la ganancia se limita al precio del strike más la prima.
• Es decir: “te vendo el derecho de comprarme mi aguacate caro; si no sube el precio, yo ya gané con la prima”

El valor de mercado de una opción no se limita al beneficio inmediato. Veamos cómo se descompone el precio en valor intrínseco y valor temporal: lo que vale hoy y lo que podría valer en el futuro.

Precio de la opción: valor intrínseco + valor temporal

El precio de mercado de una opción refleja dos componentes: el valor que tendría si se ejerciera hoy (valor intrínseco) y el valor adicional por el tiempo que falta al vencimiento y la posibilidad de que el mercado evolucione a favor (valor temporal).

Datos del caso:

- Opción call
- Precio spot actual: 52
- Precio de ejercicio: 50
- Precio de la opción en mercado: 4

Interpretación:

Don Elías observa que el valor intrínseco es 2 (52 - 50) y el valor temporal es 2 (porque el mercado paga 4 en total).

Fórmula: $\text{Precio opción} = \text{Valor intrínseco} + \text{Valor temporal}$

Ejemplo:

$$\text{Precio opción} = 2 + 2 = 4$$

Aplica a:

Opción americana:

sí (ambos componentes son relevantes en todo momento).

Opción europea:

sí (aunque no pueda ejercerse antes del vencimiento, su precio refleja estos componentes).

Con los conceptos básicos claros, avanzamos a la relación que existe entre puts, calls, el activo subyacente y los bonos: la paridad put-call, clave para entender los precios justos.

Paridad put-call

La paridad put-call relaciona el precio de un call y un put europeos con el mismo precio de ejercicio y vencimiento, asegurando que no exista arbitraje. Permite entender cómo se equilibran las opciones en el mercado.

Datos del caso:

- Precio spot actual: 100
- Precio de ejercicio: 100
- Tiempo al vencimiento: 1 año
- Tasa libre de riesgo: 5 % anual
- Precio del call: 10

Interpretación:

La relación garantiza que no exista forma de obtener ganancia sin riesgo entre call, put, activo subyacente y bono sin riesgo.

Fórmula: $p_E + S = c_E + Ke^{-rT}$

Variables:

$p_E = \text{Precio del put europeo}$

$c_E = \text{Precio del call europeo}$

$S = \text{Precio spot actual}$

$K = \text{Precio de ejercicio}$

$r = \text{Tasa libre de riesgo}$

$T = \text{Tiempo al vencimiento}$

Ejemplo:

$$p_E = 10 + 100e^{-0.05\times 1} - 100$$

$$p_E = 10 + 95.12 - 100 = 5.12$$

Aplica a:

Opción americana:

no (la posibilidad de ejercicio anticipado rompe esta relación exacta).

Opción europea:

sí (la fórmula de paridad clásica solo aplica a opciones europeas).

La paridad es un principio de equilibrio. Ahora pasemos a un modelo que nos permite calcular el precio justo de un call europeo: la fórmula Black-Scholes.

Black-Scholes – Call europeo

La fórmula Black-Scholes permite calcular el precio justo de una opción call europea sobre un activo que no paga dividendos, bajo ciertas condiciones de mercado.

Datos del caso:

- Precio spot actual: 100
- Precio de ejercicio: 100
- Tasa libre de riesgo: 5 % anual
- Volatilidad: 20 % anual
- Tiempo al vencimiento: 1 año

Interpretación:

La fórmula proporciona el valor teórico del call hoy. El cálculo muestra que el precio justo bajo estas condiciones es aproximadamente **10.46**. Este valor incluye el beneficio potencial y el costo de oportunidad por esperar hasta el vencimiento.

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

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

$$\textbf{Datos: } S_0 = 100,\ K = 100,\ r = 0.05,\ \sigma = 0.20,\ T = 1$$

$$d_1 = \frac{0 + (0.05 + 0.02) \times 1}{0.20} = 0.35 \quad d_2 = 0.35 - 0.20 = 0.15$$

$$e^{-0.05} = 0.9512 \quad N(0.35) = 0.6368 \quad N(0.15) = 0.5596$$

$$C = 100 \times 0.6368 - 100 \times 0.9512 \times 0.5596$$

$$C = 63.68 - 53.22 = 10.46$$

Finalmente, apliquemos el mismo modelo para calcular el precio teórico de un put europeo bajo las mismas condiciones de mercado.

Black-Scholes – Put europeo

La fórmula Black-Scholes permite calcular el precio justo de una opción put europea sobre un activo que no paga dividendos, bajo un modelo de mercado con ciertas condiciones ideales.

Datos del caso:

- Precio spot actual: 100
- Precio de ejercicio: 100
- Tasa libre de riesgo: 5 % anual
- Volatilidad: 20 % anual
- Tiempo al vencimiento: 1 año

Interpretación:

La fórmula Black-Scholes nos da un precio justo de aproximadamente **5.57** para el put europeo bajo estas condiciones. Esto significa que el mercado debería cobrar alrededor de 5.57 por esta opción, reflejando el valor intrínseco y temporal esperado si no existiera posibilidad de arbitraje.

$$\textbf{Fórmula: } P = Ke^{-rT}N(-d_2) - S_0N(-d_1)$$

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

$$\textbf{Datos: } S_0 = 100,\ K = 100,\ r = 0.05,\ \sigma = 0.20,\ T = 1$$

$$d_1 = \frac{0 + (0.05 + 0.02) \times 1}{0.20} = 0.35$$

$$d_2 = 0.35 - 0.20 = 0.15$$

$$e^{-0.05} = 0.9512$$

$$N(-0.35) = 1 - 0.6368 = 0.3632$$

$$N(-0.15) = 1 - 0.5596 = 0.4404$$

$$P = 100 \times 0.9512 \times 0.4404 - 100 \times 0.3632$$

$$P = 41.89 - 36.32 = 5.57$$

Comparativa opción americana vs europea

Característica	Americana	Europea
Ejercicio	Se puede ejercer en cualquier momento hasta el vencimiento	Solo se puede ejercer en la fecha de vencimiento
Flexibilidad	Mayor, permite aprovechar oportunidades antes del vencimiento	Menor, se espera al vencimiento
Precio típico	Igual o mayor al de una europea equivalente	Igual o menor al de una americana equivalente
Modelos típicos de valuación	Binomial, métodos numéricos	Black-Scholes, binomial
Uso común	Opciones sobre acciones con dividendos, mercados americanos	Opciones sobre índices, divisas, mercados europeos

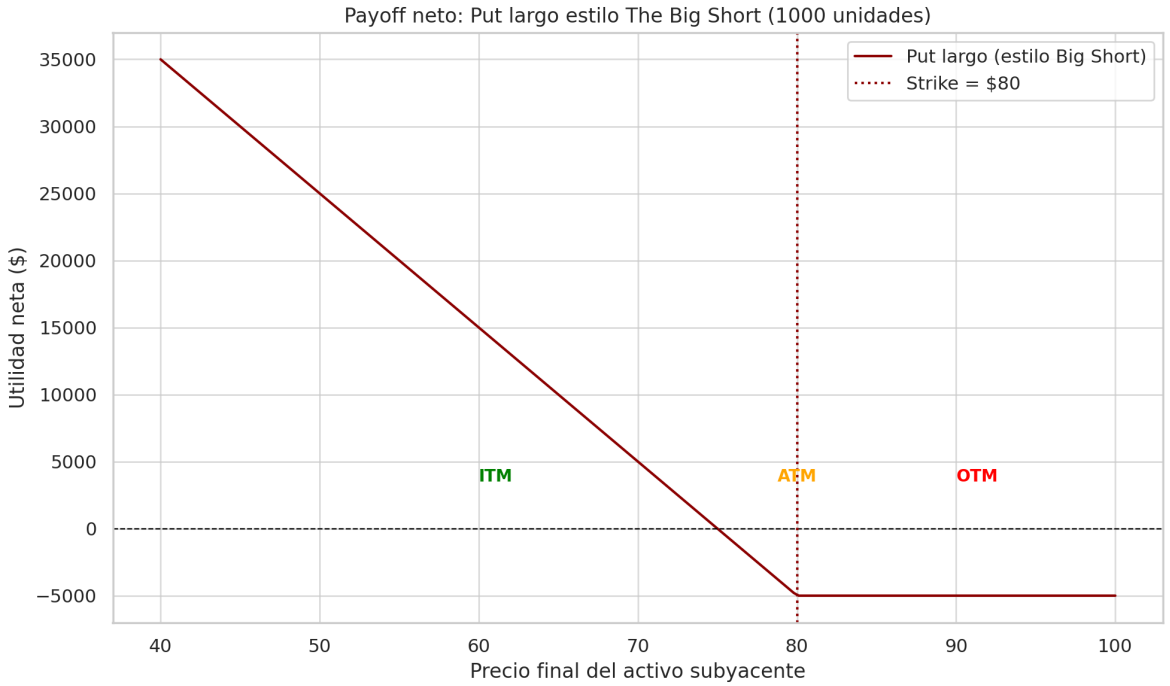
Las opciones americanas ofrecen mayor flexibilidad, pero suelen ser más caras. Las europeas son más simples y más fáciles de valuar.

Opciones listadas en MexDer: ¿Qué se negocia en México?

Activo subyacente	Tipo de opción disponible	Uso típico
USD/MXN	Call y Put	Cobertura de tipo de cambio en exportaciones e importaciones
IPC (Índice de Precios y Cotizaciones)	Call y Put	Cobertura y especulación sobre el mercado accionario mexicano
TIIE (Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio)	Call y Put	Cobertura de riesgo en tasas de interés para deuda o créditos
Acciones individuales	Call y Put	Estrategias de cobertura o especulación sobre acciones específicas

MexDer ofrece opciones sobre los principales activos financieros de México, permitiendo estrategias de cobertura y especulación.

The Big Short



¿Qué hizo Burry?

•Compró puts con un **strike de $80** (en nuestro ejemplo), que era el nivel al que quería asegurarse poder vender los activos si todo colapsaba.

•Pagó una **prima de $5 por unidad** (el costo del seguro).

•Apostó a que el mercado hipotecario iba a colapsar, y los activos iban a valer mucho menos.

Cuando el mercado iba bien (precios altos)

•En el gráfico, esto es la zona a la derecha (precio final alto, > $80).

•El put está OTM (out-of-the-money): no tiene sentido ejercer.

•Burry perdía lo que pagó de prima, como muestra la línea horizontal en **-5000** (1000 unidades × $5).

Cuando el mercado empieza a bajar (precio se acerca a $80)

•Esto es la zona ATM (at-the-money): el activo vale lo mismo que el strike.

•Aquí el put empieza a tener valor potencial: podría vender a $80 un activo que ya está perdiendo valor.

Cuando el mercado colapsa (precio cae por debajo de $80)

•En el gráfico, esto es la pendiente ascendente hacia la izquierda (precio final bajo).

•El put se vuelve ITM (in-the-money): Burry puede ejercer y ganar dinero vendiendo caro algo que ya no vale nada.

•La utilidad neta sube con cada punto que cae el activo.

Cada dólar que bajaba el valor del activo generaba $1000 más de ganancia neta (en nuestro ejemplo).

Cuando el mercado colapsó de verdad, su ganancia fue brutal, como muestra la línea que sube de forma lineal.

Lo que hemos aprendido sobre las opciones

Las opciones son herramientas para gestionar el riesgo y aprovechar oportunidades:

- El **call** nos protege ante subidas de precio (ej. fertilizante).
- El **put** nos protege ante caídas de precio (ej. aguacate).

Podemos combinarlas con el activo:

- **Protective put:** seguro contra caídas.
- **Covered call:** ingreso extra limitando ganancia máxima.

Las opciones tienen un costo (prima):

- ITM = tienen valor intrínseco.
- ATM = no aportan valor al ejercer hoy.
- OTM = valor solo por tiempo y expectativa.

El mercado MexDer permite aplicar estas estrategias sobre activos clave en México.