Ingeniería Financiera
Módulo 4.6
Futuros

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas
Dr. Víctor G. Alfaro-García

Objetivo

El estudiante comprenderá el concepto, funcionamiento, estandarización, mercados y aplicaciones de los contratos de futuros, diferenciándolos de los forwards y entendiendo su rol en la cobertura de riesgos.

¿Qué es un contrato de futuros?

- Contrato estandarizado para comprar/vender un activo en el futuro a un precio pactado hoy.
- Negociado en bolsa (CME, CBOT, MexDer).
- Estandarizado: activo, tamaño, entrega, calidad.
- Cámara de compensación elimina riesgo de contraparte.
- Requiere margen inicial y ajustes diarios (mark-to-market).
- Hull destaca: *los futuros eliminan el riesgo de crédito por el ajuste diario*.
- Los futuros resuelven el problema de la falta de transparencia y el riesgo de contraparte de los forwards.

	Forward	**Futuro**
Mercado	OTC	Bolsa
Estándar	No	Sí
Margen	No	Sí (margen inicial y llamadas)
Riesgo crédito	Alto	Mínimo

Principales mercados de futuros

CME, CBOT, Eurex, MexDer

Productos: commodities, índices, divisas, tasas

Los futuros permiten cobertura y especulación en mercados amplios y líquidos

Ejercicio

- Menciona un producto que se negocie en el CME, CBOT, Eurex o MexDer (por ejemplo: maíz, dólar, IPC).
- ¿Qué tamaño tiene el contrato de futuro de ese producto?
- ¿Para qué crees que lo usan en la vida real: para cubrir riesgos o para especular?

Diferencias contra los forwards

El futuro soluciona la “double-coincidence-of-wants” y el riesgo de incumplimiento del forward.

Esto significa que en el forward es difícil encontrar una contraparte que quiera exactamente lo mismo (activo, fecha, precio). El futuro, al ser estandarizado y en bolsa, soluciona este problema porque cualquier participante puede tomar la posición opuesta en el mercado. Además, la cámara de compensación elimina el riesgo de que la contraparte no cumpla.

	Forward (Hull, Columbia)	**Futuro (Hull, Columbia)**
Mercado	OTC	Bolsa
Estándar	No	Sí
Ajuste diario	No	Sí (mark-to-market)
Margen	No	Sí
Cámara de compensación	No	Sí
Liquidez	Baja	Alta
Transparencia	Baja	Alta

DON ELÍAS – FORWARD VS FUTURO

Cantidad de trigo: 50 toneladas
Precio forward/futuro pactado: $4,000 por tonelada
Objetivo de ingreso asegurado: 50×4,000=200,000 MXN

Escenario donde Don Elías gana (el precio baja)

Objetivo:

$$50 \times 4{,}000 = 200{,}000 \text{ MXN}$$

Escenario A: Precio baja a 3,700
Forward:

$$50 \times 4{,}000 = 200{,}000$$

Futuro:

Día 0: Precio 4,000, margen 0
Día 30: Precio 3,900, +5,000
Día 60: Precio 3,700, +10,000
Día 90: Vende $50 \times 3{,}700 = 185{,}000$

$$185{,}000 + 15{,}000 = 200{,}000$$

Flujo neto: 185,000 + 15,000 = 200,000

Escenario donde Don Elías pierde (el precio sube)

Objetivo:

$$50 \times 4{,}000 = 200{,}000 \text{ MXN}$$

Escenario B: Precio sube a 4,300
Forward:

$$50 \times 4{,}000 = 200{,}000$$

Futuro:

Día 0: Precio 4,000, margen 0
Día 30: Precio 4,100, -5,000
Día 60: Precio 4,300, -10,000
Día 90: Vende $50 \times 4{,}300 = 215{,}000$

$$215{,}000 - 15{,}000 = 200{,}000$$

Flujo neto: 215,000 - 15,000 = 200,000

La estandarización de los contratos

Activo, tamaño, calidad (en commodities), lugar y fecha de entrega (Hull 2.2).

Permite liquidez y fácil negociación (Columbia).

Investiga y completa:

- Elige un contrato de futuro real (por ejemplo: maíz, dólar, petróleo).
- Anota sus especificaciones estandarizadas:
  - Activo subyacente
  - Tamaño del contrato
  - Fecha de entrega
  - Lugar de entrega (si aplica)
- Explica por qué la estandarización facilita su compra y venta en el mercado.

El establecimiento de una cámara de compensación

Cámara es la contraparte universal (Hull 2.4).
Reduce a cero el riesgo de contraparte.
Administra márgenes y ajustes.

Es la clave para eliminar default risk.

Piensa y responde:

- ¿Por qué la cámara de compensación elimina el riesgo de que la contraparte no cumpla?
- Investiga un caso real (de México o el mundo) en el que una cámara de compensación haya evitado un problema de incumplimiento.
- Explica en una frase: ¿qué pasaría si no existiera la cámara en los mercados de futuros?

El sistema de márgenes

Margen inicial: es el depósito que el participante debe entregar como garantía al abrir una posición en un contrato de futuros.

Margen de mantenimiento: es el saldo mínimo que debe mantenerse en la cuenta. Si baja de este nivel, se activa una llamada de margen.

Llamada de margen: es la exigencia de reponer fondos en la cuenta para volver al margen inicial.

Importante:
El margen es el costo oculto de mantener la cobertura. Aunque el contrato no requiere un pago inicial como tal, el participante debe tener liquidez suficiente para cubrir las posibles llamadas de margen. Esto puede forzar a liquidar posiciones anticipadamente si no se tiene el efectivo disponible.

Día	Precio futuro	Valor contrato (10 ton)	Pérdida acumulada	Margen inicial	Margen actual	Margen de mantenimiento	¿Llamada de margen?	Acción necesaria
0	$4,000	$40,000	$0	$10,000	$10,000	$9,000	❌ No	Ninguna
5	$3,900	$39,000	-$1,000	$10,000	$9,000	$9,000	❌ No	Ninguna
10	$3,850	$38,500	-$1,500	$10,000	$8,500	$9,000	✅ Sí	Depositar $1,500 para volver al margen inicial
30	Vencimiento	Depende precio final	Resultado neto	—	Se devuelve lo no usado	—	—	Liquidación del contrato

Si no cumples la llamada de margen, la cámara cierra tu posición para evitar más pérdidas. El dinero de la liquidación cubre tus pérdidas y el sobrante se te devuelve; si no alcanza, tú debes pagar la diferencia.

Futuros listados en el Mex-Der

USD/MXN, IPC, Maíz, TIIE, Bonos M.

MexDer es el mercado oficial de futuros en México.

Permite a empresas y productores mexicanos cubrirse ante riesgos como el tipo de cambio, el precio de commodities o las tasas de interés.

Su estructura es idéntica a la de los grandes mercados internacionales como CME y CBOT.

Investiga y responde:

- Elige uno de los futuros listados en el MexDer (USD/MXN, IPC, Maíz, TIIE o Bonos M).
- ¿Qué empresas o sectores crees que usan ese futuro para cubrirse?
- Describe un caso sencillo donde ese futuro ayudaría a evitar un riesgo (por ejemplo: un exportador, una empresa con deuda en dólares, un productor agrícola).

Futuro sin dividendos ni costos

Don Elías produce trigo.

- Hoy el precio spot es $4,000 por tonelada.

Quiere calcular el precio justo de un contrato futuro a

- 3 meses (0.25 años)
- si la tasa libre de riesgo es 5% anual.

El objetivo es fijar un precio justo que no permita ganancias sin riesgo.

Fórmula:

$$F_t = S_t e^{r(T-t)}$$

Variables:

$$F_t : \text{Precio del futuro en el momento t}$$
$$S_t : \text{Precio spot actual}$$
$$r : \text{Tasa libre de riesgo anual}$$
$$T - t : \text{Tiempo al vencimiento (años)}$$

Datos:

$$S_t = 4{,}000$$
$$r = 0.05$$
$$T - t = 0.25$$

Cálculo:

$$F_t = 4{,}000 \times e^{0.05 \times 0.25} = 4{,}000 \times 1.01257 = 4{,}050.28$$

Don Elías aprendió a fijar un precio futuro cuando el activo no tiene costos adicionales.

Sin embargo, cuando decide guardar su café en una bodega refrigerada, descubre que ese almacenamiento tiene un costo.

Esto lo obliga a ajustar el precio del futuro para que refleje ese gasto extra y evitar que el comprador se beneficie injustamente de algo que a él sí le cuesta.

Futuro con costos de almacenamiento

- Don Elías produce café.
- Hoy el precio spot es $5,000 por tonelada.
- El almacenamiento cuesta 2% anual proporcional continuo.
- Quiere calcular el precio justo de un contrato futuro a 6 meses (0.5 años) si la tasa libre de riesgo es 5% anual.

Fórmula:

$$F_t = S_t e^{(r+u)(T-t)}$$

Variables:

$$F_t : \text{Precio del futuro en el momento t}$$
$$S_t : \text{Precio spot actual}$$
$$r : \text{Tasa libre de riesgo anual}$$
$$u : \text{Costo de almacenamiento anual}$$
$$T - t : \text{Tiempo al vencimiento (años)}$$

Datos:

$$S_t = 5{,}000$$
$$r = 0.05$$
$$u = 0.02$$
$$T - t = 0.5$$

Cálculo:

$$F_t = 5{,}000 \times e^{(0.05+0.02)\times 0.5} = 5{,}000 \times 1.0356 = 5{,}178.13$$

Al entender el impacto del almacenamiento, Don Elías se enfrenta ahora a un escenario distinto: posee un activo que paga dividendos durante el tiempo del contrato.

Sabe que quien compre el futuro no recibirá esos dividendos, por lo que el precio debe descontar ese beneficio que el activo genera, asegurando que el futuro sea justo y libre de arbitraje.

Futuro con rendimiento (dividendos)

- Don Elías posee un activo que genera dividendos.
- Hoy el precio spot del activo es $100 por unidad.
- El activo paga un rendimiento continuo proporcional del 3% anual.
- Quiere calcular el precio justo de un contrato futuro a 9 meses (0.75 años) si la tasa libre de riesgo es 6% anual.

Fórmula:

$$F_t = S_t e^{(r-q)(T-t)}$$

Variables:

F_t : Precio del futuro en el momento t

S_t : Precio spot actual

r : Tasa libre de riesgo anual

q : Rendimiento anual proporcional continuo

$T - t$: Tiempo al vencimiento (años)

Datos:

$$S_t = 100$$
$$r = 0.06$$
$$q = 0.03$$
$$T - t = 0.75$$

Cálculo:

$$F_t = 100 \times e^{(0.06-0.03)\times 0.75} = 100 \times 1.0228 = 102.28$$

Después de dominar los ajustes por rendimiento, Don Elías decide exportar su producción.

Ahora debe fijar un tipo de cambio futuro para sus ventas en dólares.

Comprende que el tipo de cambio futuro debe reflejar la diferencia entre las tasas de interés de México y Estados Unidos para que ningún país aproveche esa brecha para obtener ganancias sin riesgo.

Futuro sobre divisas

- Don Elías exportará un lote de producto en dólares dentro de 6 meses (0.5 años).
- Hoy el tipo de cambio spot es $17.00 MXN/USD.
- La tasa libre de riesgo en México es 11% anual y en EE.UU. es 5% anual.
- Quiere calcular el tipo de cambio futuro justo para fijar un precio sin arbitraje.

Fórmula:

$$F_t = S_t e^{(r_d - r_f)(T-t)}$$

Variables:

F_t : Tipo de cambio futuro justo

S_t : Tipo de cambio spot actual (MXN/USD)

r_d : Tasa libre de riesgo país doméstico

r_f : Tasa libre de riesgo país extranjero

$T - t$: Tiempo al vencimiento (años)

Datos:

$$S_t = 17.00$$
$$r_d = 0.11$$
$$r_f = 0.05$$
$$T - t = 0.5$$

Cálculo:

$$F_t = 17.00 \times e^{(0.11-0.05)\times 0.5} = 17.00 \times 1.03045 = 17.52$$

En un mercado real, Don Elías descubre que no siempre existe el futuro perfecto para cubrir su activo exacto.

Así, cuando no encuentra un futuro de maíz, debe recurrir a un futuro de un índice agrícola relacionado.

Aquí el reto es calcular cuántos contratos usar para reducir al máximo el riesgo de que los precios no se muevan de forma idéntica.

Hedge mínimo varianza

- Don Elías quiere cubrir el precio de su maíz, pero no hay futuros de maíz en el mercado.
- Decide usar futuros de un índice agrícola relacionado.
- Sabe que:
  - La covarianza entre el precio spot del maíz y el precio del futuro es 200.
  - La varianza del precio del futuro es 400.
- Quiere calcular el número óptimo de contratos que debe usar por tonelada de maíz para minimizar el riesgo.

Fórmula:

$$y^* = -\frac{\text{cov}(F_T, P_T)}{\text{var}(F_T)}$$

Variables:

$$y^* : \text{Número óptimo de contratos futuros por unidad a cubrir}$$
$$\text{cov}(F_T, P_T) : \text{Covarianza entre futuro y precio spot}$$
$$\text{var}(F_T) : \text{Varianza del futuro}$$

Datos:

$$\text{cov}(F_T, P_T) = 200$$
$$\text{var}(F_T) = 400$$

Cálculo:

$$y^* = -\frac{200}{400} = -0.5$$

Esto significa que por cada unidad de maíz, debe tomar 0.5 contratos del futuro para minimizar el riesgo.

Con su cobertura armada, Don Elías observa cómo el mercado evoluciona.

Se pregunta: ¿cuánto vale hoy mi contrato si quisiera cederlo antes del vencimiento?

Aquí aprende que el valor se basa en la diferencia entre el precio actual del futuro y el pactado, ajustada al valor presente.

Valor del contrato de futuro antes del vencimiento

- Don Elías firmó un contrato futuro para comprar trigo a $4,000 en 3 meses.
- Ha pasado un mes y el precio del futuro para los 2 meses restantes es $4,100.
- Quiere saber cuánto vale hoy su contrato futuro firmado originalmente a $4,000.

Fórmula:

$$V_t = (F_t - K)e^{-r(T-t)}$$

Variables:

V_t : Valor del contrato en el momento t

F_t : Precio del futuro actual

K : Precio pactado

r : Tasa libre de riesgo anual

$T - t$: Tiempo al vencimiento (años)

Datos:

$$F_t = 4{,}100$$
$$K = 4{,}000$$
$$r = 0.05$$
$$T - t = 0.1667$$

Cálculo:

$$V_t = (4{,}100 - 4{,}000)e^{-0.05\times 0.1667} = 100 \times 0.9917 = 99.17$$

Finalmente, llega el día clave: el vencimiento.

Don Elías ve cómo el mercado compara el precio spot con el pactado y entrega el resultado neto del contrato, el reflejo final de su estrategia.

Valor del futuro al vencimiento

- Don Elías tomó una posición **larga** en un contrato futuro de trigo a \$4,000 / ton.
- Al vencimiento, el precio spot del trigo es \$4,100.
- Quiere calcular el resultado neto del contrato.

Fórmula:

$$\text{Larga: } S_T - K \qquad \text{Corta: } K - S_T$$

Variables:

S_T : Precio spot al vencimiento

K : Precio pactado en el contrato futuro

Datos:

$$S_T = 4{,}100$$
$$K = 4{,}000$$

Cálculo:

$$\text{Larga: } 4{,}100 - 4{,}000 = 100$$
$$\text{Corta: } 4{,}000 - 4{,}100 = -100$$

Después de cubrir sus productos y divisas, Don Elías se adentra en la gestión de tasas.

Quiere fijar una tasa futura para un préstamo o inversión.

Aquí descubre cómo las tasas conocidas permiten calcular una tasa forward, cerrando así el ciclo de instrumentos que le ayudan a gestionar su riesgo financiero.

Tasa Forward (FRA)

- Don Elías quiere saber cuál sería la tasa implícita entre los meses 6 y 12, si hoy la tasa a 6 meses es 6% anual y la tasa a 12 meses es 7% anual.

Fórmula:

$$R = \frac{(1 + R_2 T_2)^{1/(T_2 - T_1)}}{(1 + R_1 T_1)} - 1$$

Variables:

R : Tasa forward (implícita)

R_1 : Tasa conocida para el periodo corto

R_2 : Tasa conocida para el periodo largo

T_1 : Tiempo corto (años)

T_2 : Tiempo largo (años)

Datos:

$$R_1 = 0.06$$
$$R_2 = 0.07$$
$$T_1 = 0.5$$
$$T_2 = 1$$

Cálculo:

$$R = \frac{1.07^2}{1.03} - 1 = 1.0789 - 1 = 0.0789$$

La tasa forward es 7.89% anual para el periodo 6-12 meses.