

de compensación; dicha suma por lo general comprende de 2 a 10 por ciento del valor de la posición abierta. El porcentaje lo determina la volatilidad del precio del futuro. El margen tiene principalmente las siguientes funciones: garantizar el cumplimiento del contrato, crear un fondo que permita a la cámara de compensación atender las cancelaciones de contratos con ganancia y dar a los agentes la oportunidad de realizar sus ganancias diarias por movimientos favorables en el precio.

El valor neto de la posición de los compradores y vendedores es igual al importe del margen inicial, depositado en la cámara de compensación al establecer el contrato, más la suma de las ganancias diarias, menos la suma de las pérdidas diarias. En el caso del comprador de futuros (posición larga), hay pérdida cuando el precio futuro del valor subyacente cae. Lo opuesto sucede para el vendedor (posición corta) de contratos. Cuando aumenta el precio futuro, la cámara de compensación transfiere diariamente de la cuenta del vendedor a la del comprador el importe de la diferencia entre los precios futuros, según las condiciones del cierre del mercado.

El margen se establece de acuerdo con la filosofía de operación del mercado de futuros que consiste en valorar diariamente (*marking to market*) las posiciones de todos los contratos vigentes. Las cuentas ganadoras se acreditan con el importe ganado a las perdedoras, a las que se carga el importe de su pérdida; así, lo que uno gana el otro lo pierde en un juego de suma cero. Un inversionista recibe una llamada de margen cuando el mercado se mueve en su contra y debe reconstituir sus garantías hasta el monto del depósito inicial. Por el contrario, cuando el movimiento es a su favor, el inversionista puede solicitar a la cámara de compensación que transfiera sus ganancias.

Los márgenes se alteran cada día, de acuerdo con el comportamiento de los precios y de la posición del agente. Así, si éste tiene una posición de venta y el precio sube de un día para otro, su margen se incrementa. Lo contrario sucede si su posición es de compra. Nuevamente, los cambios diarios de los márgenes de los dos agentes participantes en un contrato son de suma cero, es decir, lo que uno gana, lo pierde el otro.

Determinación del precio de los futuros

La especulación y el arbitraje son dos actividades muy relacionadas en el mercado de futuros. El especulador entra al mercado con alguna posición, en espera de obtener un beneficio por las variaciones de los precios; por lo general no tiene interés en los bienes subyacentes de los contratos de futuros: no es ni productor ni consumidor de tales bienes. Sólo le importa beneficiarse de los movimientos en los precios.

El arbitraje, por otro lado, consiste en la realización de dos o más transacciones simultáneas en dos o más mercados con el propósito de obtener un beneficio libre de riesgo con una inversión igual a cero.² Las transacciones que realiza un agente en un proceso de arbitraje se financian mutuamente, ya que las posiciones cortas que adquiere en un mercado las financia con las lar-

gas que establece en otro. Por ejemplo: considérese un agente que en un mercado pide prestado una cantidad de dinero para comprar un bien, mantenerlo en inventario en su poder y posteriormente venderlo en el mercado al contado (*spot*) o de futuros. Al final, para cerrar su operación de arbitraje, paga el préstamo original más intereses y obtiene un beneficio sin haber realizado inversión alguna.

Las dos actividades desempeñan un papel importante tanto en el funcionamiento como en la determinación de precios de un mercado de futuros, ya que las decisiones de los agentes mencionados afectan la oferta y la demanda de contratos, así como los activos subyacentes. El arbitraje ayuda a mantener alineados los mercados al contado, de futuros y de crédito, y a aumentar la eficiencia conjunta de los tres.

En este trabajo se define a un mercado como eficiente o en equilibrio si no hay posibilidades de realizar alguna estrategia de arbitraje libre de riesgo de forma permanente.

Enseguida se ilustra cómo se determina el precio de un futuro con base en los conceptos de costos de acarreo³ y de arbitraje. Para tal efecto, considérese un bien cuyo precio en el mercado al contado es de \$80.00 en el tiempo t . La tasa de interés anual es de 10%. ¿Cuál debe ser el precio del futuro si el vencimiento pactado es de un año?

El único precio que no permitiría realizar ninguna estrategia de arbitraje es \$88.00. Para ver por qué este sería el precio de equilibrio, considérese la siguiente estrategia de arbitraje:

En t el inversionista,

Pide prestado a una tasa de 10%	\$80.00
Compra el bien o activo	– \$80.00
Entra en un contrato de futuros	\$0.00
Inversión total en t	\$0.00
Un año después:	
Recibe por la entrega del bien	\$88.00
Paga el préstamo e interés	– \$88.00
Beneficio obtenido	\$0.00

De esta forma, el precio a futuro del activo en cuestión se define por:

$$F_t = S_0 (1 + r) \quad [F.1]$$

donde:

r es la tasa de interés.

Nótese que sólo se considera como costo de acarreo a la tasa de interés; en este caso se hablaría de un bien cuyo costo de mantenimiento o almacenamiento es igual a cero. Así podría ocurrir, por ejemplo, con un activo financiero.

Si se consideran tasas de interés continuamente capitalizables, se tiene que:

$$F_t = S_t e^{r(T-t)} \quad [F.2]$$

3. El costo de acarreo incluye todos los costos en los cuales se incurre al mantener un bien durante algún tiempo para venderlo en una fecha futura.

2. John Marshall, *Futures and Option Contracting: Theory and Practice*, South-Western Publishing Co., Livermore, California, 1989.

donde:

S_t es el precio en el mercado al contado del bien subyacente.
 r es la tasa de interés medida en términos continuamente capitalizables.

$T-t$ es el tiempo de vigencia del contrato, medido en fracciones de año.

Si se considera el caso de los bienes para los cuales se requieren ciertos gastos durante el período de comercialización (a los cuales se denominará gastos intermedios de comercialización), sea por almacenaje, transporte, seguros, mermas, etc., el precio del futuro está dado por:

$$F_t = (S_t + \phi_t) e^{r(T-t)} \quad [F.3]$$

donde:

ϕ_t son los costos intermedios de comercialización entre t y T , medidos en términos de valor presente para el tiempo t .

RELACIONES DE ARBITRAJE POR LA INTRODUCCIÓN DE UN MERCADO DE FUTUROS EN MÉXICO

Para un análisis completo de las posibles relaciones de arbitraje se presume que hay cuatro mercados: dos de futuros sobre productos agropecuarios, uno en el exterior y otro en el país, y dos al contado, uno exterior y otro nacional; además, se supone la existencia de un mercado perfecto de tipo de cambio.

Se analiza el caso en que los mercados de futuros son perfectos, es decir, no hay costos de transacción y no existen márgenes de compraventa (tanto en el precio del futuro, como en las tasas de interés).

Con lo anterior, se tiene que el precio de los futuros para cada mercado es:

$$F_{0,T}^M = (S_0^M + \phi_0^M) e^{rM(T-0)}$$

$$F_{0,T}^E = (S_0^E + \phi_0^E) e^{rE(T-0)}$$

donde:

$F_{0,T}^M$ y $F_{0,T}^E$: precio del futuro en México y en el exterior, pactado en el tiempo 0 para entregar en el tiempo T .

S_0^M y S_0^E : precio del bien subyacente en el mercado al contado nacional y extranjero, respectivamente.

ϕ_0^M y ϕ_0^E : costos intermedios de comercialización en México y el exterior. En estos costos están incluidos los de transporte, seguro, almacenaje, etc. Se incurre en ellos al mantener el producto desde la fecha en que se pacta el contrato hasta la de vencimiento de éste.

r_M y r_E : tasa de interés de mercado en México y el exterior, respectivamente.

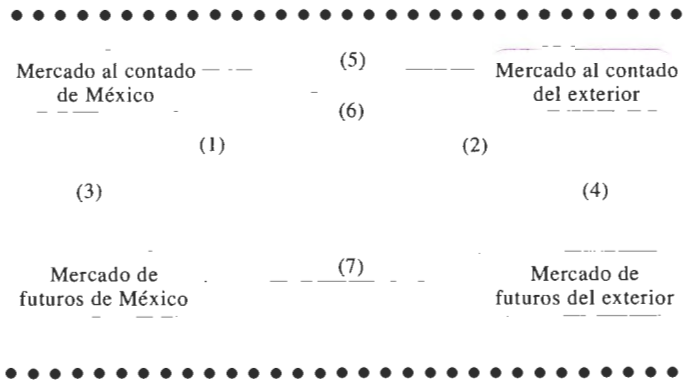
T : tiempo de vigencia del contrato.

Supóngase que el tipo de cambio futuro se pacta de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$d_T = d_0 e^{(rM - rE)T}$$

donde:

RELACIONES DE ARBITRAJE ENTRE LOS MERCADOS AL CONTADO Y DE FUTUROS DE MÉXICO Y DEL EXTERIOR



d_T es el tipo de cambio en el período T .

d_0 es el tipo de cambio en el tiempo en que se pacta el contrato de futuros.

r_M y r_E son las tasas de interés corrientes de México y del exterior, respectivamente.

Un mercado perfecto de futuros sobre tipo de cambio implica que los costos en que se incurre durante la vigencia del contrato se deslizan de forma paralela entre el mercado mexicano y el del exterior. Para apreciar lo anterior considérese el siguiente tipo de cambio en el período τ :

$$d_\tau = d_0 e^{(rM - rE)\tau}$$

Por tanto, los precios expresados en pesos de los futuros en el mismo periodo τ , de los dos mercados serían:

$$F_\tau^M = V_0^M e^{rM\tau} \text{ y } F_\tau^E = d_\tau V_0^E e^{rE\tau}$$

Al sustituir el tipo de cambio en la expresión del precio del futuro del exterior, obtenemos:

$$F_\tau^E = d_0 V_0^E e^{rM\tau}$$

Al comparar los dos precios se observa que evolucionan de la misma forma, pues se supone que los agentes tienen perfectamente previstos los precios futuros, es decir, que en ambos mercados se moverán a una misma tasa. Con esto el análisis se puede enfocar sólo a los contratos que llegan a su fecha de vencimiento, es decir, se puede dejar de lado a los que se cancelan antes.

Con los supuestos planteados (la existencia de los mercados de futuros y al contado y de un mercado perfecto de tipo de cambio) y considerando además las relaciones de arbitraje ya definidas, el esquema de análisis se expone en el diagrama. En él se muestran los mercados que participan en cada uno de los siete posibles procesos de arbitraje.

Los precios de los futuros en cada uno de los mercados se definirán por:

$$F_T^M = V_0^M e^{rMT} \quad (3)$$

$$F_T^E = V_0^E e^{rT} \quad (4)$$

donde:

$$V_0^M = S_0^M + \phi_0^M$$

$$V_0^E = S_0^E + \phi_0^E$$

De esta manera, se eliminarían las posibilidades de realizar un arbitraje en el cual: 1) un agente pide prestado para comprar el bien en el mercado al contado, 2) almacenarlo y 3) venderlo mediante un contrato de futuros y por último 4) pagar el préstamo más intereses. Es decir, con esta determinación de precios de los futuros se lograría que algún agente realizara un arbitraje en su propio país entrando tanto al mercado al contado como al de futuros por medio de un financiamiento externo. Con esto se eliminan las posibilidades de arbitraje señaladas por la vía 3 y 4 presentadas en el diagrama. Si se consideran tanto los mercados al contado de México y del exterior como los de futuros en ambos países, se dan posibilidades de arbitraje en el mercado al contado de la siguiente forma:

1) Pedir un préstamo en efectivo en el exterior a la tasa de interés corriente.

2) Comprar en el mercado al contado del exterior el bien en cuestión.

3) Importar a México y vender el bien referido en el mercado al contado.

Con lo anterior es posible obtener un beneficio si el precio al contado de México es, al tipo de cambio vigente, lo suficientemente mayor que el del exterior para pagar los gastos de importación y los intereses del préstamo. La misma posibilidad ofrece un producto mexicano exportado, es decir, el precio al contado del exterior puede ser mayor que el nacional, por lo que permitiría cubrir los gastos de exportación, los intereses generados por un préstamo y, además, redituar un beneficio. Para que esto no ocurra deben cumplirse las desigualdades entre los precios al contado de México y del exterior.

$$S_0^M < d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) \quad (5)$$

$$d_0 S_0^E < S_0^M (1 + I_0^{ME}) \quad (6)$$

donde:

I_0^{EM} son los costos de importación libres de subsidios del exterior hacia México, o sea, aranceles, transporte, seguros, mermas, etcétera.

I_0^{ME} son los costos de exportación de México hacia el exterior libres de subsidios o impuestos.

Con las desigualdades anteriores (representadas por los flujos 5 y 6 en el diagrama) no es imposible obtener un beneficio por importaciones o exportaciones, con lo que se elimina la posibilidad de arbitraje entre los mercados al contado.

Podría obtenerse un beneficio libre de riesgo con inversión cero mediante un arbitraje entre los mercados de futuros. Esto ocurre cuando el precio del futuro en el exterior es mayor que el nacional, esto es;

$$d_T F_T^E > F_T^M$$

Con la desigualdad anterior podría negociarse la estrategia de arbitraje que se describe a continuación:

- 1) Entrar en un contrato de futuros de compra en México.
- 2) Entrar en un contrato de futuros de venta en el exterior.
- 3) Comprar el producto a futuro mediante el contrato pactado.
- 4) Vender el producto mediante el contrato de futuros pactado.

Se deben realizar de forma simultánea primero las transacciones 1 y 2, y después de un tiempo las 3 y 4, también juntas.

El beneficio obtenido sin riesgo, ni inversión alguna, sería precisamente la diferencia entre ambos precios. Esta estrategia se presentaría entre mercados de futuros, como se observa en el flujo 7 del diagrama. Para evitar tal posibilidad, los precios de los futuros de los dos mercados deben cumplir la siguiente igualdad:

$$F_T^M = d_T F_T^E \quad (7)$$

donde:

d_T es el tipo de cambio en el tiempo T de vencimiento del contrato.

Existen otras dos posibilidades de arbitraje entre el mercado al contado de un país y el mercado de futuros de otro (véanse los flujos 1 y 2 del diagrama). Supóngase que un agente realiza las siguientes operaciones en mercados distintos:

1) Pedir un préstamo efectivo en el exterior a la tasa de interés vigente.

2) Comprar el bien en cuestión en el mercado al contado del exterior.

3) Entrar en un contrato de futuros en México.

4) Almacenar en el exterior hasta la fecha de vencimiento del contrato de futuros y hacer la entrega por medio de éste en el mercado mexicano.

Si el precio del futuro en México es mayor que el al contado del exterior, más los costos de acarreo y de importación al vencimiento del contrato, el agente obtendrá un beneficio libre de riesgo, sin haber realizado inversión alguna. Esto ocurre cuando:

$$F_T^M > d_T V_0^E e^{rT} + d_T S_T^E I_T^{EM}$$

donde:

I_T^{EM} son los costos de importación en el período T de vencimiento del contrato, libre de subsidios o de impuestos.

La misma situación se puede presentar en sentido inverso, es decir, si el precio del futuro en el exterior es lo suficientemente alto como para cubrir los costos mencionados de un producto mexicano comprado y almacenado en el país, para después entregarse mediante un futuro en el exterior. Para que no sea factible seguir estas estrategias, los precios de los futuros deben cumplir simultáneamente:

$$F_T^M = d_T V_0^E e^{rT} + d_T S_T^E I_T^{EM} \quad (1)$$

$$d_T F_T^E = V_0^M e^{rT} + S_T^M I_T^{ME} \quad (2)$$

De la exposición anterior se determinan relaciones de arbitraje entre los cuatro mercados señalados y se formulan cuatro escenarios en los cuales se supone que algún mercado es el dominante. De este modo, uno de ellos fija un precio que determina

C U A D R O 1

RELACIONES ENTRE LOS MERCADOS AL CONTADO Y DE FUTUROS Y LAS VÍAS DE ARBITRAJE EN CADA UNO DE LOS ESCENARIOS

Escenario	Lugar donde se realiza la compra al contado y el acarreo	Lugar donde se lleva la venta mediante futuros	Vías de posibles arbitrajes ¹
I	Exterior	México	1) 4 → 5 2) 7 → 3
II	México	Exterior	1) 4 → 5 2) 2
III	Exterior	México	1) 5 2) 4 → 7 → 3
IV	México	Exterior	1) 5 2) 1 → 3

1. De acuerdo con el diagrama.

los demás. A partir de este mercado dominante se identifican las vías que permitirían realizar procesos de arbitraje; de ellas se derivan sistemas de ecuaciones en cada escenario.⁴ Al resolverlos, primero para las variables endógenas, esto es, los precios al contado, se obtienen las condiciones que deben satisfacer éstos para que los cuatro mercados operen en equilibrio. Después se solucionan para las variables predeterminadas, es decir, para los costos intermedios de comercialización; de este modo se establecen rangos para tales costos, a fin de que se cumplan las condiciones previstas sobre los precios al contado, con lo que se obtendría el equilibrio de los cuatro mercados.

En los escenarios I y II el mercado dominante es el de futuros del exterior; en los III y IV lo es el mercado al contado del extranjero. En este caso se supone que México es un tomador de precios.

Primer escenario

En el escenario I se considera dominante el mercado de futuros del exterior. Las posibilidades de arbitraje, utilizando el mercado al contado de México, pueden presentarse en dos vías (véase el diagrama). La primera se define por las ecuaciones (4) y (5), y la segunda por las (7) y (3).

El mecanismo de la primera vía es el siguiente: a) el futuro se pacta en el exterior y por medio de la ecuación (4) se elimina la posibilidad de arbitraje entre los mercados al contado y de futuros del exterior, y b) mediante la condición de que no habrá importación (ecuación 5) se determina el sistema que cierra toda posibilidad de realizar arbitrajes en este escenario. Resuelto este sistema, se tienen las condiciones que debe cumplir el precio al contado de México. Así, en esta primera vía se deben satisfacer las condiciones impuestas por las ecuaciones (4) y (5) para eli-

4. Se considera que un mercado es dominante cuando el número de oferentes y demandantes que realizan transacciones en él es tan grande que es en ese mercado donde se determina el precio del instrumento o producto con el que se opera. Véase Eugene Fama, "Efficient Capital Market", *Journal of Financial*, vol. 25, núm. 3, mayo de 1970.

minar posibilidades de arbitraje entre los mercados al contado, utilizando el precio del futuro determinado en el exterior.

La segunda vía involucra las condiciones (7) y (3). El precio determinante es F_T^E , y el proceso se da por medio de: a) la ecuación (7) con la que se eliminan las posibilidades de un arbitraje entre mercados de futuros; b) con la (3) se evita que se obtenga un beneficio libre de riesgo realizando un arbitraje entre mercados al contado y de futuros de México.

El desarrollo analítico de la primera vía consiste en resolver el sistema de ecuaciones resultante de la formalización de las condiciones que se deben cumplir para evitar el proceso de arbitraje.

Se considera el flujo 4 → 5, el cual establece las siguientes condiciones:

$$F_T^E = V_0^E e^{rET} \quad (4)$$

$$S_0^M < d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) \quad (5)$$

De (4) se obtiene

$$F_T^E = (S_0^E + \phi_0^E) e^{rET} \rightarrow S_0^E = F_T^E e^{-rET} - \phi_0^E$$

Sustituyendo en (5) se obtiene la siguiente desigualdad:

$$S_0^M < d_0 (F_T^E e^{-rET} - \phi_0^E) (1 + I_0^{EM}) \quad (I.*)$$

La expresión (I.*) es la condición que debe satisfacer el precio al contado del producto mexicano para evitar algún arbitraje, siguiendo la vía mercados de futuros del exterior-al contado de México.

El desarrollo de la segunda vía (7 → 3) implica la solución del siguiente sistema de ecuaciones:

$$F_T^M = d_T F_T^E \quad (7)$$

$$F_T^M = V_0^M e^{rMT} \quad (3)$$

Igualando las dos expresiones anteriores y sustituyendo V_0^M así como el tipo de cambio, $d_T = d_0 e^{(rm-re)T}$ se obtiene lo siguiente:

$$S_0^M = d_0 F_T^E e^{-rET} - \phi_0^M \quad (I.**)$$

La expresión (I.***) es la condición que se debe cumplir para evitar arbitrajes mediante la vía mercados de futuros exterior-futuros al contado de México.

Si se consideran las dos condiciones juntas, esto es, igualándolas para cerrar ambas vías y resolviendo ese sistema de ecuaciones reducido, se tiene:

$$d_0 F_T^E e^{-rET} - \phi_0^M < d_0 (F_T^E e^{-rET} - \phi_0^E) (1 + I_0^{EM})$$

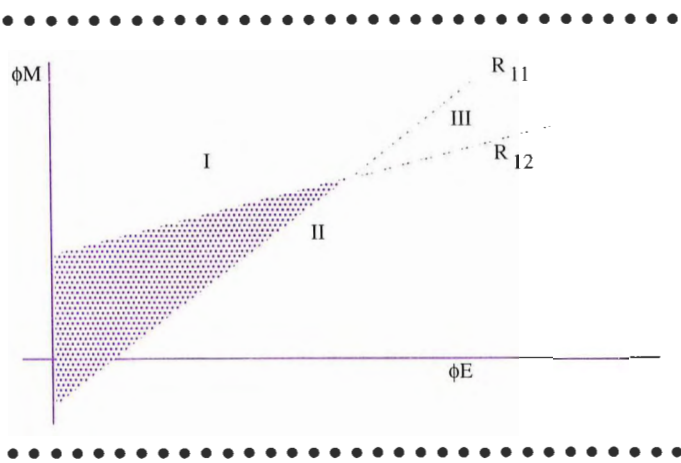
y una vez simplificada:

$$\phi_0^M > d_0 \phi_0^E (1 + I_0^{EM}) - d_0 F_T^E e^{-rET} I_0^{EM} \quad R_{11}$$

Debido a que en los mercados al contado es posible realizar un arbitraje en los dos sentidos, es decir, importando o expor-

G R Á F I C A 1

ESCENARIO I: RANGO DE VARIACIÓN DE LOS COSTOS INTERMEDIOS DE COMERCIALIZACIÓN



tando, y ya que hasta ahora solamente se ha establecido la condición de no importación, es necesario cerrar ambas vías incorporando la de no exportación. Para ello se debe considerar la condición (6). De ésta se obtiene que:

$$S_0^M > d_0 S_0^E / (1 + I_0^{ME})$$

Utilizando esta expresión y la (I.**), se obtiene lo siguiente:

$$d_0 F_T^E e^{-rET} - \phi_0^M > d_0 S_0^E / (1 + I_0^{ME})$$

Resolviendo para los parámetros exógenos, se obtiene la siguiente desigualdad:

$$\phi_0^M < d_0 F_T^E e^{-rET} [1 + I / (1 + I_0^{ME})] + \phi_0^E [d_0 / (1 + I_0^{ME})] \quad R_{12}$$

Tanto la expresión R_{11} como la R_{12} deben cumplirse simultáneamente para que haya equilibrio en los cuatro mercados. Como se trata de expresiones de desigualdad, con la solución de ambas se definirá un rango para los costos intermedios de comercialización de los dos mercados (México y el exterior) con objeto de mantener el equilibrio. La solución simultánea de las dos expresiones aparece en la gráfica 1.

El área sombreada representa el rango de variación que puede existir entre los costos intermedios de comercialización (ϕ_0^M y ϕ_0^E), los cuales permiten el equilibrio de los cuatro mercados.

Tres áreas más se identifican en la gráfica 1. Si los costos intermedios de comercialización estuvieran dentro del área I no sería posible un mercado de futuros en México, ya que no se cumpliría la condición R_{12} . Esto implica que es alta la probabilidad de arbitrajes por medio de exportaciones, y todas las transacciones de productos entre México y el exterior se realizarían entre los mercados al contado.

En el área II la condición R_{11} no se cumple, por lo que son posibles arbitrajes entre los mercados de futuros, principalmente realizando compras al contado en el exterior y vendiendo por el

mercado de futuros en México. Esto genera un desequilibrio entre la oferta y la demanda: habría un mercado al contado en México con exceso de oferta, lo que podría generar un grave problema a los productores por un derrumbe en los precios.

En el área III ninguna de las dos condiciones se cumple. Habría desequilibrio entre la oferta y la demanda entre los mercados. En esta situación la especulación y el arbitraje campearían, con la consecuencia de que los mercados de futuros no cumplirían su función de proteger a los productores y a los consumidores contra la incertidumbre en los precios.

Segundo escenario

Para el segundo escenario se supone que el mercado de futuros del exterior es el dominante. La primera vía de arbitraje es la misma que en el primer escenario, mediante mercado de futuros exterior -al contado exterior- al contado mexicano.

La segunda vía se da por medio del flujo de la ecuación (2); es decir, por medio del mercado al contado de México. En esta vía, mercado de futuros del exterior-mercado al contado nacional, es posible realizar un arbitraje si se compra y se mantiene en México el producto para después entregarlo por medio de un contrato de futuros en el exterior. Para evitarlo es preciso cumplir la condición impuesta por la ecuación (2).

De la primera vía, se encontró la siguiente desigualdad:

$$S_0^M < d_0 (F_T^E e^{-rET} - \phi_0^E) (1 + I_0^{EM}) \quad (II.*)$$

Por la segunda, la condición que se debe cumplir para evitar el arbitraje señalado es:

$$d_0 F_T^E = V_0^M e^{rMT} + S_T^M I^{ME} \quad (2)$$

de donde se obtiene:

$$S_0^M = (d_0 F_T^E - S_T^M I_T^{ME}) e^{-rMT} - \phi_0^M \quad (II.**)$$

Tomando las dos relaciones anteriores, y resolviéndolas de manera simultánea, se determina una relación entre costos intermedios de comercialización de México y del exterior. La relación, en la cual no sería posible arbitraje alguno por medio de las dos vías señaladas, es la siguiente:

$$\phi_0^M > d_0 F_T^E e^{-rMT} - d_0 (S_0^E + \phi_0^E) e^{(rE-rM)T} - d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) - S_T^M e^{-rMT} \quad R_{21}$$

En este escenario, al igual que en el anterior, es necesario incorporar la condición (6) para eliminar la posibilidades de arbitraje mediante exportaciones. De tal condición se desprende que:

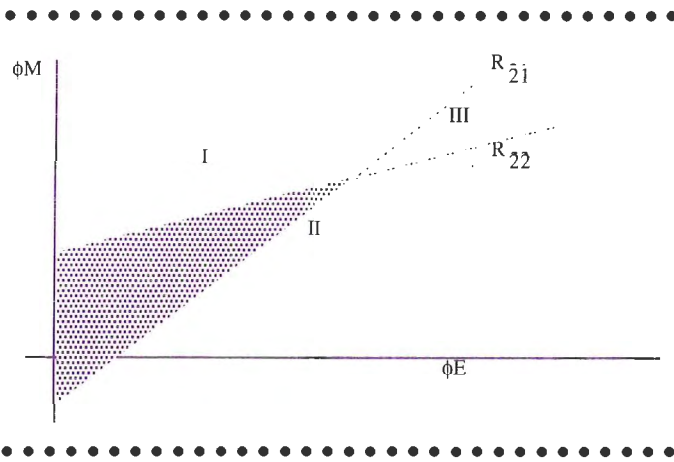
$$S_0^M > d_0 S_0^E * (1 + I_0^{ME})$$

y utilizando la expresión (II.***) se obtiene:

$$\phi_0^M < d_0 F_T^E [e^{-rMT} - e^{-rET} / (1 + I_0^{ME})] - S_T^M I_T^{ME} e^{-rMT} + \phi_0^E / (1 + I_0^{ME}) \quad R_{22}$$

G R Á F I C A 2

ESCENARIO II: RANGO DE VARIACIÓN DE LOS COSTOS INTERMEDIOS DE COMERCIALIZACIÓN



Mediante la representación gráfica de las relaciones R_{21} y R_{22} se obtiene un rango dentro del cual pueden ubicarse los costos intermedios de comercialización (ϕ^M y ϕ^E) permitiendo que los cuatro mercados estén en equilibrio (véase el área sombreada de la gráfica 2).

Si tales costos estuvieran en el área I, donde no se cumple la condición R_{22} , no podría haber un mercado de futuros en México debido a que, al no cumplirse tal condición, las posibilidades de realizar arbitrajes por medio de exportaciones serían muy altas; en tal virtud, el comercio entre México y el exterior se daría por medio de los mercados al contado.

Si los costos intermedios de comercialización de ambos mercados estuvieran en el área II, donde no se cumple la condición R_{21} , el desarrollo de un mercado de futuros en México sería muy factible por las posibilidades de arbitraje que habría, pero probablemente se utilizaría para efectuar operaciones de posiciones cortas de productos que se comprarían y almacenarían en el exterior; esto provocaría problemas en el mercado al contado de México. Por último, si dichos costos cayeran en el área III, en la cual no se cumple ninguna de las condiciones derivadas de los procesos de arbitraje obtenidos en el segundo escenario, sería posible cualquier arbitraje y muy probablemente el mercado de futuros en México no podría funcionar como protección contra el riesgo de movimientos de precios para productores y consumidores. De igual forma, se ocasionarían problemas en el mercado al contado debido a las posibilidades de obtener beneficios libres de riesgo por medio de importaciones o exportaciones.

Tercer escenario

En el tercer escenario se supone que el dominante es el mercado al contado del exterior. Se identifican, siguiendo el diagrama, dos vías por las cuales se podría realizar algún arbitraje utilizando los mercados al contado externo y nacional o alguno de los mercados de futuros, sea el de México o el del exterior.

La primera vía, mercado al contado exterior-mercado al contado mexicano, impone la condición de la desigualdad planteada en la ecuación (5). Con ella se evita un arbitraje mediante importaciones financiadas con crédito a la tasa de interés corriente. Así, se debe cumplir la siguiente ecuación:

$$S_0^M < d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) \quad (5)$$

La segunda vía, mercado al contado exterior-mercado de futuros mexicano-mercado al contado mexicano, se determina de acuerdo con el flujo $4 \rightarrow 7 \rightarrow 3$ (véase el diagrama), del que se deriva el siguiente sistema de ecuaciones:

$$F_T^E = V_0^E e^{rET} \quad (4)$$

$$F_T^M = d_0 F_T^E \quad (7)$$

$$F_T^M = V_0^M e^{rMT} \quad (3)$$

De (3) y (7) se obtiene que

$$d_0 F_T^E = V_0^M e^{rET}$$

Utilizando la expresión anterior y la ecuación (4) se llega a:

$$V_0^E e^{rET} = V_0^M e^{rMT}$$

Mediante el álgebra se obtiene la expresión:

$$S_0^M = d_0 (S_0^E + \phi_0^E) e^{(rE-rM)T} - \phi_0^M \quad (\text{III.**})$$

Ahora, si se consideran las dos condiciones, que se derivaron de las dos vías señaladas, es decir (5) y III.** , se obtiene:

$$d_0 (S_0^E + \phi_0^E) e^{(rE-rM)T} - \phi_0^M < d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM})$$

De lo que se llega a la siguiente relación:

$$\phi_0^M > d_0 (S_0^E + \phi_0^E) e^{(rE-rM)T} - d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) \quad R_{31}$$

De igual forma que en los escenarios anteriores, en éste falta considerar la posibilidad de un arbitraje por medio de exportaciones, por lo que es preciso incorporar la condición (6). La desigualdad que se debe cumplir es:

$$d_0 S_0^E < S_0^M (1 + I_0^{EM}) \quad (6)$$

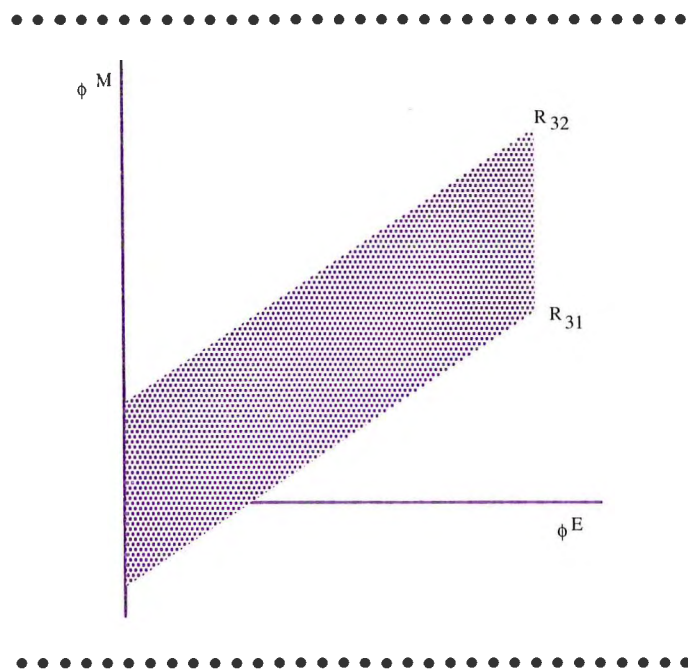
Al resolver (6) con (III.**) simultáneamente, se obtiene:

$$\phi_0^M < d_0 S_0^E [e^{(rE-rM)T} - 1 / (1 + I_0^{ME})] + d_0 \phi_0^E e^{(rE-rM)T} \quad R_{32}$$

Las relaciones R_{31} y R_{32} definen un rango para el cual ambas desigualdades se satisfacen simultáneamente permitiendo el equilibrio de los cuatro mercados (véase la gráfica 3). En este escenario, como se observa en la gráfica, tal rango es una franja de combinaciones de costos intermedios de comercialización. El área de soluciones depende de diferentes gastos, que consti-

G R Á F I C A 3

ESCENARIO III: BANDA DE SOLUCIONES DE COSTOS INTERMEDIOS DE COMERCIALIZACIÓN



tuyen los costos de acarreo en cada mercado, así como del precio del producto en los mercados al contado de cada país.

Si alguno de los costos intermedios de comercialización estuviera fuera de la franja, podría haber arbitraje y haría imposible que existiera alguno de los mercados. Tal situación podría ocurrir si alguno o varios de dichos costos, por ejemplo el de transporte, es muy alto en relación con el del otro mercado.

Así, cuando los costos intermedios de comercialización se ubican arriba de la franja sombreada (véase la gráfica 3), que es el área en la cual la condición impuesta por la desigualdad R_{32} no se cumple, de nuevo las posibilidades de arbitrajes por medio de exportaciones serían muchas. Así, los flujos de comercio de productos agrícolas se darían entre mercados al contado, y haría poco factible un mercado de futuros en México.

Si, por el contrario, dichos costos están bajo la franja sombreada, en la cual los cuatro mercados están en equilibrio, la condición R_{31} no se cumpliría y serían muchas las posibilidades de obtener beneficios libres de riesgo por medio de importaciones o con operaciones de arbitraje mediante mercados de futuros. Esto llevaría el mercado al contado mexicano a la crisis, debido a que se podría saturar tanto de importaciones directas como de posiciones cortas sobre futuros de productos que se comprarían y almacenarían.

Cuarto escenario

En el cuarto escenario se presume que el mercado dominante es el mercado al contado del exterior. La primera vía de posibles

arbitrajes que se deriva es la misma que en el escenario anterior, es decir, por medio de importaciones: se compra en el mercado al contado del exterior y se importa a México para vender en el mercado al contado mexicano. Para eliminar tal posibilidad se debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$S_0^M < d_0 S_0^E (1 + I_0^{EM}) \tag{5}$$

La segunda vía la determina el flujo 1 → 3 (véase el diagrama). Por ésta, se podría presentar el siguiente proceso de arbitraje: el producto se compra y se almacena en el exterior, después se vende en México por medio de un contrato de futuros. Para evitarlo se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$F_T^M = d_T V_0^E e^{rET} + d_T S_T^E I_T^{EM} \tag{1}$$

$$F_T^M = V_0^M e^{rMT} \tag{3}$$

Resolviendo simultáneamente estas ecuaciones se obtiene:

$$S_0^M = d_0 (S_0^E + \phi_0^E) + d_0 I_T^{EM} e^{-rET} - \phi_0^M \tag{IV.**}$$

Las desigualdades (5) y IV.** imponen condiciones que deben cumplir de forma simultánea los precios al contado de los dos mercados. Resolviendo la dos expresiones anteriores, se obtiene la siguiente relación entre costos intermedios de comercialización:

$$\phi_0^M > d_0 I_T^{EM} e^{-rET} - d_0 S_0^E I_0^{EM} + \phi_0^E \tag{R_{41}}$$

Ahora, tal como se hizo con los escenarios anteriores, se requiere incorporar la condición (6), para evitar un arbitraje por medio de exportaciones. Así, se obtiene:

$$S_0^M > d_0 S_0^E / (1 + I_0^{ME}) \tag{6'}$$

Resolviendo (6') y (IV.**), se llega a la siguiente desigualdad entre costos intermedios de comercialización:

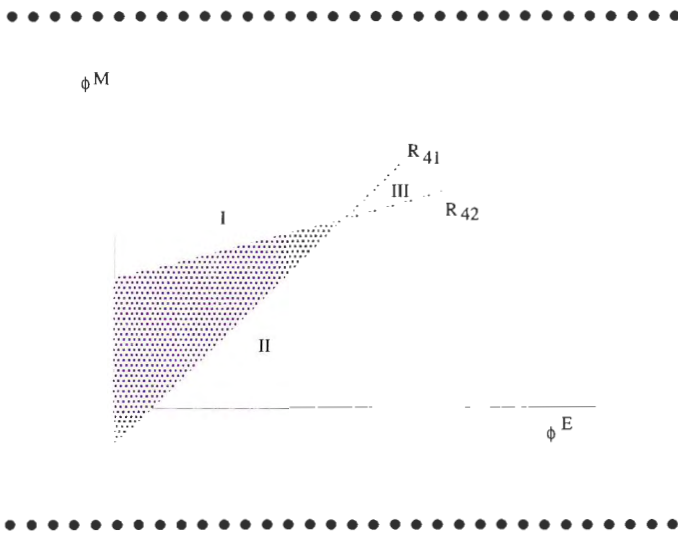
$$\phi_0^M < d_0 S_0^E [1 - 1/(1 + I_0^{ME})] + d_0 I_T^{EM} e^{-rET} + d_0 \phi_0^E \tag{R_{42}}$$

Las desigualdades R_{41} y R_{42} determinan una región factible o de soluciones para el sistema generado en el escenario (véase el área sombreada de la gráfica 4). Aquélla representa las combinaciones entre costos intermedios de comercialización de los dos mercados (el mexicano y del exterior) que permiten el equilibrio de los cuatro mercados. Fuera del rango se abren posibilidades de realizar arbitrajes de forma permanente. Si los costos de comercialización estuvieran en el área I, donde no se cumple la condición R_{41} , la producción nacional se sumiría en la crisis debido a que se ejercerían procesos de arbitraje por medio de importaciones entre mercados al contado y de ventas con contratos de futuros de productos comprados y almacenados en el exterior.

Si los costos mencionados se ubicaran en el área II, donde no se satisface la condición R_{42} , no habría posibilidad de un mercado de futuros en México o sería, en el mejor de los casos,

G R Á F I C A 4

ESCENARIO IV: RANGO DE SOLUCIONES AL SISTEMA



estructuralmente ineficiente, debido a que se podrían obtener beneficios libres de riesgo con arbitrajes por medio de exportaciones, ya sea entre mercados al contado o mediante posiciones cortas en el mercado de futuros del exterior.

Finalmente, si los costos intermedios de comercialización de ambos mercados (el de México y el del exterior) se localizaran dentro del área III, en la cual no se cumple ninguna de las desigualdades, se podría efectuar cualquier arbitraje, cancelándose la posibilidad de equilibrio para los cuatro mercados.

CONCLUSIONES

Con los supuestos específicos para cada escenario, suponiendo un mercado de futuros de tipo de cambio perfecto, las posibilidades de que opere en México un mercado de futuros agropecuario está sujeto a que las condiciones estructurales (infraestructura de comercialización) y financieras (principalmente tasas de interés y seguros) permitan que los costos intermedios de comercialización del país (ϕ^M) se mantengan, no totalmente iguales a los que prevalecen en el exterior (ϕ^E), pero sí en el rango de soluciones de equilibrio para cada escenario. Así la eficiencia interna con respecto a la externa impondrá condiciones de la misma índole a la estructura productiva y de comercialización de México.

Por medio de un mercado de futuros en el país, los productores, compradores y especuladores e intermediarios estarán negociando directamente con agentes económicos del exterior. Para que dicho mercado sea competitivo deben alcanzarse estándares internacionales de productividad y de eficiencia en la comercialización e intermediación; de otro modo el mercado de México difícilmente podrá cumplir con el objetivo de proteger con eficacia a productores y consumidores contra incertidumbres en los precios de los productos; tampoco habrá un ambiente adecuado para que los especuladores participen y contribuyan

a la eficiente formación de precios, ni podrá funcionar como un mercado de créditos para productores.

Con la solución de los sistemas de ecuaciones generados en cada escenario se encontraron las condiciones que los costos de comercialización deben satisfacer en los dos mercados para que el de futuros en México pueda coexistir en equilibrio con los del exterior.

Una hipótesis central cuando se piensa en un mercado financiero, y en particular un mercado de futuros sobre productos agropecuarios, es que los procesos de arbitraje y la estructura de costos prevalecientes en el exterior imponen condiciones restrictivas sobre dicha estructura de México. En este trabajo, tales condiciones se definieron para los cuatro escenarios y constituyen rangos de variación de ambos costos, establecidos de acuerdo con los posibles procesos de arbitraje que se podrían presentar según los supuestos de cada escenario.

Del análisis se desprende que, para que un mercado de futuros en México tenga éxito, es necesario que se comience a trabajar con productos muy rentables y con ventajas en costos de producción y de comercialización frente a los demás. No obstante, lo más importante quizás sea contar con un mercado al contado eficiente y transparente, en el cual se establezcan o fijen los precios de los productos sobre los cuales se emitirán futuros.

Bibliografía

- Bray, Margaret, "Futures Trading, Rational Expectations and the Efficient Market Hypothesis", *Econometrica*, vol. 49, núm. 3., mayo de 1981.
- Cox, J., "The Relation Between Forward and Futures Prices", *Journal of Financial Economics*, núm. 9, 1981.
- Díaz Tinoco, J., *Factibilidad de existencia de un mercado de futuros agropecuarios en México: un análisis de relaciones de arbitraje*, tesis de maestría en economía, El Colegio de México, 1993.
- , "El mercado de futuros", *Ejecutivos en Finanzas*, año XXIV, núm. 4, abril de 1995.
- Esteva, G., y D. Barkin, *El papel del sector público en la comercialización y la fijación de los productos agrícolas básicos en México*, CEPAL, mimeo., México, 1981.
- Kolb, Robert, *Understanding Futures Markets*, Kolb Publishing Co., 1991.
- Lester, T., y H. Harlow, "Organized Futures Markets: Costs and Benefits", *Journal of Political Economics*, vol. 85, núm. 5, 1977.
- Stein, Jeroneme, "The Simultaneous Determination of Spot and Futures Prices", *American Economic Review*, vol. 51, núm. 5, diciembre de 1961.
- Urrunaga, Roberto, *Eficiencia y futuros en las bolsas de metales*, Universidad del Pacífico, Lima, 1992.
- William, Jeffrey, *The Economic Function of Futures Market*, Cambridge University Press, 1989.
- Working, H., "New Concepts Concerning Futures Market and Prices", *American Economic Review*, núm. 52, junio de 1962.