

Cobertura de precios para el café, utilizando el mercado de futuros

Gerónimo Barrios-Puente^{1§}
Oscar Galván-Manuel¹
Francisco Pérez-Soto¹
Dora Ma. Sangerman-Jarquín²
Roberto Carlos García-Sánchez³

¹Posgrado en Economía Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera Federal México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230. (oscar.galvan3991@gmail.com; perezsotofco@gmail.com). ²Campo Experimental Valle de México-INIFAP. Carretera Los Reyes-Texcoco, km 13.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56250. (sangerman.dora@inifap.com.mx). ³Posgrado en Economía-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. CP. 56230. (rcgarcia@colpos.mx).

§Autor para correspondencia: gbarriospuente55@gmail.com.

Resumen

El presente trabajo terminado en enero de 2021 determinó un modelo de cobertura de precios en los mercados de futuros de café. Siguiendo el método analítico, primeramente, se observó y analizó el comportamiento de los precios históricos comprendidos de enero de 2015 a diciembre de 2020 en el mercado spot y en el mercado de futuros, posteriormente utilizando la desviación estándar de los datos históricos, se calculó la volatilidad que hay en el mercado de futuros y el impacto de este en el precio final que reciben los productores por su cosecha al finalizar cada ciclo productivo. Aplicando la teoría estadística del árbol binomial se estiman los precios esperados de los siguientes tres cuatrimestres, posteriormente, se modela la función de utilidad del productor asumiéndola como la esperanza del ingreso y la varianza de este, posteriormente se halla y optimiza la función de utilidad del productor para conocer el número de contratos que garantiza la cobertura del precio de la producción. Los resultados de este trabajo sugieren que el ingreso final del productor dependerá directamente de la producción que se espera tener en cada ciclo productivo, del juego especulativo en bolsa (número de contratos) y del pronóstico del precio spot al momento de la evaluación, finalmente se concluye que los productores podrían estar motivados a la utilización de contratos de futuros como una estrategia de cobertura, ya que aunque las ganancias no sean extraordinarias, el ingreso siempre será mayor cuando se utiliza dicha cobertura.

Palabras clave: cobertura, mercado de futuros, riesgo, utilidad, volatilidad.

Recibido: agosto de 2022

Aceptado: septiembre de 2022

La riqueza del suelo de México y su privilegiada ubicación geográfica son condiciones que lo convierten en el décimo productor de café a nivel mundial, con cerca de 540 000 cafecultores en las más de 700 000 hectáreas (CEDRSSA, 2018), en los estados de Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Guerrero, Tabasco, entre otros. Estas entidades producen dos grandes variedades: arábica y robusta. La variedad arábica es la más sembrada en todo el mundo y en México representa 94% de la producción total.

En esta actividad agrícola, existe una alta posibilidad de obtener pérdidas, debido a los diferentes riesgos (producción y mercado) que enfrentan los productores. El precio y la producción son las variables más importantes para el productor, puesto que de ello depende su ingreso. Desde la antigüedad, Japón 1 600, los agricultores han buscado reducir ese riesgo y en ese sentido el mercado de futuros cobra cada vez más relevancia entre los profesionales en finanzas y los productores de materias primas, y con esto un interés de estudio por parte de renombrados economistas desde la década de los 70's. En dicho período se publicaron algunos trabajos muy relevantes en el área de finanzas. Por ejemplo, los trabajos de Fisher y Myron (1973); Merton (1973) y desde entonces han surgido opciones de cobertura o transferencia de este, tales como los contratos futuros u opciones (FIRA, 2011).

El uso de contratos en el mercado de futuros se hace con la intención de contrarrestar las eventuales pérdidas en el mercado de contado (transferencia inmediata del producto en físico) y en algunos casos generar ganancias con la especulación del precio. La principal idea de este trabajo es determinar un modelo de cobertura de precios en los mercados de futuros de café, para utilizarlo como herramienta ante las fluctuaciones en los cambios de los precios a nivel global, derivados de los distintos factores que lo motivan.

Los futuros de café tienen lugar en un mercado virtual organizado, denominado bolsa de granos, en donde se cotiza distintos tipos de café (variedad y calidad). En este trabajo nos centraremos en la variedad arábica, que como ya se mencionó anteriormente es la más cultivada en el país. Esta variedad se cotiza en la Bolsa de New York a través del contrato estandarizado 'C'. Un contrato C es un volumen fijo de negociación de café suave lavado que cumple con normas determinadas de calidad (humedad no inferior a 8% y no superior al 12%, ISO 6673.3.3) y cantidad (37 500 libras, aproximadamente 250 sacos de 69 kg) (Solares, 2011). El precio se pacta el día de hoy contra la entrega a futuro del físico, cancelando así el contrato.

Explorando las teorías de cobertura, todas buscan la maximización del beneficio al mismo tiempo que se desea reducir el riesgo. Esta aproximación a la cobertura nace a partir del trabajo de Working (1953). En el transcurso de los años las teorías de cobertura se han estudiado a profundidad y se han planteado nuevas teorías; por ejemplo, Gutiérrez (2018) refiere de la predicción de las razones de cobertura cruzada óptima en el mercado del petróleo mexicano. Basándose en los trabajos de Bekk, evalúa el desempeño de cuatro modelos Garch bivariados y el método de mínimos cuadrados ordinarios para predecir las razones de cobertura cruzada de mínima varianza del petróleo mexicano en el periodo comprendido de 2000 al 2015. Para este caso de estudio se utiliza una estrategia de cobertura simple conocida tradicionalmente como 'naive'.

La revisión de los datos históricos durante cinco años de los precios de futuros del café, en la Bolsa de Nueva York, referencia del precio del café en México en investing.com (2020), se calcula la volatilidad de este commodities para remarcar el riesgo 'financiero' que conlleva dicho cultivo, la

importancia de analizar la volatilidad se muestra claramente en el trabajo de Doporto y Michelena (2011), que nos hablan de la volatilidad de los precios de los commodities en 2010 y sus múltiples efectos el principal, el riesgo económico, riesgo al que están expuesto los cafeticultores en México.

Los datos históricos del precio del café se agrupan por cuatrimestres; por lo general son tres veces al año en el que los pequeños productores sacan sus cosechas al mercado. Con la volatilidad calculada y auxiliándonos de un árbol binomial se estima el precio futuro, tanto al alza como a la baja, de los siguientes tres cuatrimestres, después se plantea la función de utilidad del productor, para poder determinar el número de contratos óptimos en el mercado de futuros, que maximice la utilidad del productor.

El Cuadro 1 muestra el precio promedio anual de los futuros de café en la bolsa de Nueva York (promedio simple, obtenido del cierre diario de las cotizaciones de futuros de café). Así como, los precios pagados a los cafeticultores (www.ico.org, 2016).

Cuadro 1. Volatilidad y precios promedio en los mercados a futuro y al contado.

Año	Período	Precio promedio mercado de futuros	Volatilidad (%)	Precio que se le paga a los cafeticultores
2015	1	1.297167	15.09067	1.0892
	2		10.41241	
	3		5.734139	
2016	1	1.36275	7.762556	1.1441
	2		8.407628	
	3		9.0527	
2017	1	1.322542	8.970063	1.0735
	2		7.323548	
	3		5.677033	
2018	1	1.079313	3.646334	0.92225
	2		5.504481	
	3		7.362629	
2019	1	1.037417	5.411277	0.843
	2		8.692736	
	3		11.97419	
2020	1	1.086	7.730763	0.91224

La volatilidad antes calculada nos permite saber si el precio del café se enfrenta a movimientos bruscos de mercado, movimientos en el precio que pueden ser perjudiciales para los productores. Para este caso de estudio se tomó un total de 1 365 datos del cierre diario del precio de los futuros de café, se separaron respectivamente en los cuatrimestres correspondientes por año (2015 a 2020) y finalmente se calculó la desviación del precio con respecto a la media de su cotización histórica en el periodo antes señalado. $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{R})^2$ (varianza, fórmula 1) $v = \sqrt{\sigma^2} = \sigma$ (volatilidad, fórmula 2).

Empleada la información (Cuadro 1) y usando una volatilidad anual de 8.69% (promedio simple de la volatilidad antes calculada), se procede a estimar U (precio a futuro del café en los siguientes tres cuatrimestres, lo que para los productores representa un año), lo que implica: $U = e^{\sigma\sqrt{T}}$ 3) (Hull, 2011); $U = e^{0.0869\sqrt{0.333}} = 1.0514516$. Donde: U= aumento proporcional en el precio del futuro. T= tiempo; σ = volatilidad. Lo que significa que, si el precio del café aumentara, lo haría en una proporción de 5.1416% $((u-1)\times 100)$, respecto al precio del cuatrimestre anterior.

Y el decremento proporcional del precio del futuro se puede estimar por: $D = \frac{1}{U}$ 4) (Hull, 2011). $D = \frac{1}{1.0514516} = 0.9474$. Donde: D= decremento proporcional en el precio del futuro. De forma similar D, se puede interpretar como el decremento en un 5.26% $((1-u) \times 100)$ en el precio del café respecto al cuatrimestre anterior.

A partir del precio recibido por los cafeticultores en el primer cuatrimestre del año 2020, 91.224 centavos de USD por libra, se construye un árbol binomial asumiendo una probabilidad de X, el cual estima dos posibles escenarios de precios en los siguientes tres cuatrimestres del año, esto es, si los precios incrementan o bien, si estos disminuyen. Los árboles binomiales son comúnmente usados para valorar opciones, un ejemplo claro es el trabajo de Ochoa (2009), que ocupa arboles binomiales para la valoración de opciones americanas sobre TRM, aunque, también pueden ser usados para evaluar acciones tal como lo hace Mariz (2016) en su trabajo titulado modelización estocástica de acciones mediante arboles binomiales.

Como lo muestra la Figura 1, el precio para el segundo trimestre estadísticamente podría ser de 96.278 centavos de USD por libra o bien, en un escenario pesimista de 86.434 centavos de USD por libra; esta diferencia de 9.844 centavos de USD en los precios, técnicamente se denomina volatilidad en los precios, situación que eventualmente podría afectar drásticamente el ingreso de los productores. De ahí, la importancia de reducir el riesgo implícito que representa una eventual pérdida como consecuencia del comportamiento de los precios, como lo demuestra Ramírez (2006), en su trabajo ‘modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café’ donde presenta una revisión del modelo Garch (heteroscedasticidad condicional autorregresiva generalizada).

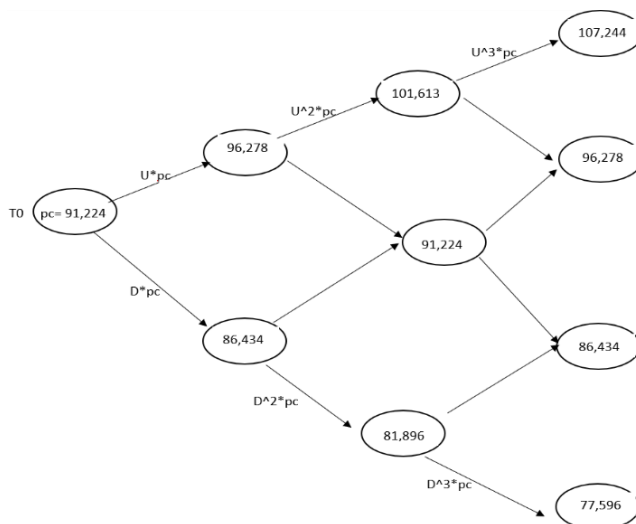


Figura 1. Árbol binomial, proyección tres próximos cuatrimestres.

Maximización de la función objetivo

Para calcular la cantidad óptima de contratos, es necesario modelar el ingreso que el productor espera obtener al momento de vender su cosecha, dicho ingreso está compuesto de manera general por dos variables. Si se considera que el productor no utiliza ninguna estrategia de cobertura para protegerse contra las fluctuaciones del precio; asimismo, que todo su producto es vendido en un mercado competitivo y que es aceptador del precio (mercado de contado), el ingreso del productor será: precio por cantidad producida o en su forma matemática: $I = Pq$ (5). Donde: P = precio aleatorio (volátil en el tiempo); q = producción.

Los futuros de café arábico (variedad producida en México hasta en 94%) se negocian en la bolsa de Nueva York y también en la bolsa de Londres. Cuando un productor quiera protegerse de una caída de precios optará por hacer una venta en corto de N contratos, de tal manera que, si el precio del café cae, el productor compensará la pérdida de valor del producto en el mercado de contado, con la ganancia en el mercado de futuros. En caso de un alza del precio, se compensará la pérdida en el mercado de futuros con la venta del producto en el mercado de contado, de esta forma su ingreso estará dado por la venta en el mercado de contado más la ganancia o pérdida en el mercado de futuros; es decir: $I = p_c q + (P_p - P_t)N$ (6). Donde: P_p = precio pactado del mercado de futuros; P_t = precio en el tiempo t ; p_c = precio en el mercado de contado; q = producción; N = número de contratos.

Teniendo la ecuación del ingreso completa, se modela la utilidad del productor para conocer el número de contratos que optimiza la utilidad, en este caso, la utilidad del productor se puede interpretar como una cartera formada por dos activos, el número de contratos que tomara y la cantidad de su producción. Para optimizar dicha cartera utilizaremos el modelo de media varianza de Markowitz en su forma sencilla, este modelo asume que la utilidad esperada del productor está en función del ingreso esperado y de la varianza de este; es decir: $E(U) = E(I) - \text{VAR}(I)$ (7). Derivando la ecuación 7 y representando los términos, se tiene que: $E(I) = qE(P_c) + N(P_p) - NE(P_t)$ (8). Donde: E = símbolo esperanza; N = número de contratos. $\text{VAR}(I) = q^2 \text{VAR}(P_c) + N^2 \text{VAR}(P_p) - 2Nq \text{COV}(P_c, P_t)$ (9). Donde: VAR = símbolo varianza; COV = símbolo covarianza.

Sustituyendo las ecuaciones 8 y 9 en la ecuación 7, se observa que: $E(U) = qE(P_c) + N(P_p) - NE(P_t) - (q^2 \text{VAR}(P_c) + N^2 \text{VAR}(P_p) - 2qN \text{COV}(P_c, P_t))$ (10). Para poder conocer N (número de contratos que maximiza la utilidad esperada) se deriva la ecuación 10 respecto a N y se iguala a cero. $\frac{\partial E(U)}{\partial N} = P_p - E(P_t) - 2N \text{VAR}(P_t) + 2q \text{COV}(P_c, P_t) = 0$ (11). Despejando a N de 11: $N = \frac{q \text{COV}(P_c, P_t)}{\text{VAR}(P_t)} + \frac{P_p}{2 \text{VAR}(P_t)} - \frac{E(P_t)}{2 \text{VAR}(P_t)}$ (12). Reescribiendo la ecuación 12, se tiene que: $N = \frac{P_p - E(P_t)}{2 \sigma_{pt}} + \frac{q [E\{(P_c - E(P_t))(P_t - E(P_t))\}]}{\sigma_{pt}}$ (13).

Resultados

Desarrollando la ecuación 13 y sustituyéndola en la ecuación 6, tenemos que el ingreso del productor en cada cuatrimestre será: $I_1 = P_c q + 0.3069 P_p + 0.3145 q P_p - 0.3069 P_t - 0.3145 q P_t$ (14). $I_2 = P_c q + 0.6937 P_p + 2.1193 q P_p - 0.6937 P_t - 2.1193 q P_t$ (15); $I_3 = P_c q + 0.947 P_p + 1.0869 q P_p - 0.947 P_t - 1.0869 q P_t$ (16).

Estas ecuaciones nos dicen que ahora el ingreso depende de la producción que se espera tener (sacar al mercado), del juego especulativo en bolsa y del precio spot que se tiene al momento de hacer la evaluación. Revisando los precios de la bolsa de Nueva York para los contratos de futuros de café para los meses de septiembre 2020, marzo 2021 y julio 2021, se tiene lo siguiente: KCU2020= 110.45 contrato de café arábico con vencimiento en septiembre de 2020, el cual se cotiza a 110.45 centavos de USD por libra. KCH2021= 114.2 contrato de café arábico con vencimiento en marzo de 2021, el cual se cotiza a 114.20 centavos de USD por libra. KCN2021= 115.95 Contrato de café arábico con vencimiento en julio de 2021, el cual se cotiza a 115.95 centavos de USD por libra.

Considerando estos datos como posibles precios pactados (venta en corto, vender ahora esos contratos en el mercado de futuros) y sustituyendo los datos en la ecuación 14, 15 y 16 se simula el ingreso hipotético del productor, suponiendo que el productor produce en cada cuatrimestre el equivalente a un contrato de futuros (37 500 libras). En el (Cuadro 2) se muestra el comportamiento del ingreso hipotético del productor, derivado del uso de coberturas como una herramienta para reducir sus riesgos, en el mercado de futuros.

Cuadro 2. Ingreso sin cobertura vs ingreso con cobertura, con precios a la baja.

Ciclo	Precio contrato futuro	Precio al final del ciclo productivo. Estimación árbol binomial a la baja	Ingreso sin cobertura (centavos de dólar)	Ingreso con cobertura (USD)
Septiembre 2020	110.45	86.434	I= 86.434q	I= 101.3576q
Marzo 2021	114.20	81.896	I= 81.896q	I= 172.769q
Julio 2021	115.95	77.59	I= 77.59q	I= 155.69q

Para poder comparar los resultados del Cuadro 2, en el Cuadro 3 se presenta el escenario alcista en el precio del café. Se recuerda que en esta investigación es el productor el que tomo una posición corta.

Cuadro 3. Ingreso sin cobertura vs ingreso con cobertura con precios al alza.

Ciclo	Precio contrato futuro	Precio al final del ciclo productivo. (estimación árbol binomial al alza)	Ingreso sin cobertura (centavos de dólar)	Ingreso con cobertura (USD)
Septiembre 2020	110.45	96.278	I= 96.278q	I= 105.084q
Marzo 2021	114.20	101.613	I= 101.613q	I= 136.776q
Julio 2021	115.95	107.244	I= 107.244q	I= 124.95q

Como se puede observar en los Cuadros 2 y 3, los ingresos con cobertura son mayores en los dos escenarios (tanto alcista como bajista), estos resultados concuerdan con la teoría del uso del mercado de futuros ,que se pueden demostrar de una manera tan simple o bien, de maneras más complejas, como lo hace Cárcamo (2008), que trabajó modelos de tiempo continuo para Commodities agrícolas o De la vega y Porras (2009) en su artículo titulado ‘modelos estocásticos para el precio spot y del futuro de commodities con alta volatilidad y reversión a la media’.

También se observa que el productor obtiene un ingreso menor en el escenario alcista, la razón principal son los cortos que toma en el mercado de futuros; es decir, el prevé una caída en los precios y pasa todo lo contrario, aun así, su ingreso sigue siendo superior comparado con la de un productor sin cobertura. También podemos ver que entre más lejos (tiempo) este el ciclo productivo que se quiera cubrir la diferencia entre el ingreso sin cobertura vs el ingreso con cobertura aumenta, esto es un indicador que entre más tiempo pase la estimación es menos precisa y poco fiable.

Discusión

Los resultados que arroja este análisis van de acuerdo con la teoría, que nos dice que el mercado de futuros se puede ocupar como herramienta de cobertura, sin embargo, es necesario precisar que en la actualidad los operadores en el mercado de futuros casi nunca llegan al cierre de contrato (entrega del producto físico); es decir, liquidan las operaciones antes. En este sentido se tendría que responder preguntas como, ¿cuándo es el momento de liquidar los contratos?, ¿cuánto tiempo se debe tener la posición abierta?, esta interrogante abre paso al análisis del resultado de la Figura 1 que muestra que el ingreso del productor disminuye cuando el precio en el mercado de futuros va en sentido contrario a la posición que se tomó y por ende el ingreso final se ve afectado negativamente y desde luego surge la otra interrogativa, ¿cuál es la aplicación práctica para los productores?, ¿cómo se tendrían que organizar a los pequeños productores para que puedan entrar a operar el mercado de futuros?

Conclusiones

En este trabajo se ha demostrado que analizando el mercado de futuros de una manera simple se llega a resultados contundentes acerca de la eficiencia del uso de este para cubrir el riesgo económico que conlleva producir commodities agrícolas en este caso específico el café. La ecuación con la que se calculó el número de contratos óptimos sugiere que el ingreso depende de la producción que se espera tener (sacar al mercado), del juego especulativo en bolsa; es decir, el número de contratos a tomar y del precio spot que se tiene al momento de hacer la evaluación.

También se encontró que los ingresos con cobertura son mayores en los dos escenarios (tanto alcista como bajista) y que entre más lejos (tiempo) este el ciclo productivo que se quiera cubrir, la diferencia entre el ingreso sin cobertura vs el ingreso con cobertura aumenta, esto es un indicador que nos dice que entre más tiempo pase, la estimación es menos precisa y poco fiable, esto se debe principalmente a un sesgo del tipo matemático en la formulación del modelo. El modelo también puede fallar si la estrategia de cobertura no es la correcta; es decir, si el número de contratos tomados en corto en el mercado de futuros no son los adecuados. Finalmente, los resultados sugieren que los productores podrían estar motivados a la utilización de contratos de futuros como una estrategia de cobertura, ya que, aunque las ganancias no sean extraordinarias el ingreso siempre será mayor cuando se utiliza dicha cobertura que cuando no se utiliza.

Literatura citada

Black, F. and Scholes, M. 1973. The pricing of options and corporate liabilities. *EE. UU. J. Pol. Econ.* 3(81):637-654.

- Cárcamo, U. C. 2008. Modelos de tiempo continuo para commodities agrícolas en Colombia. Colombia. Ad-minister. 11(1):42-63.
- CEDRSSA. 2018. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria. El café en México. obtenido de: <http://www.cedrssa.gob.mx>.
- FIRA. 2011. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Mercado de futuros y Opciones. México. FIRA Boletín. 11(1):6-7.
- García, V. V. M. y Porras, A. 2009. Modelos Estocásticos para el Precio Spot y del Futuro de Commodities con alta volatilidad y reversión a la media, México. Revista de Administración, Finanzas y Economía. 2(3):1-24.
- Gutiérrez, R. 2018. Predicción de las razones de cobertura cruzada optima en el mercado del petróleo mexicano. México. Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época. REMEF. 1(13):48-67.
- Hull, J. C. 2011. Introducción a los mercados de futuros y opciones. México: Pearson educación.
- Mariz, N. A. 2016. Modelización estocástica de acciones mediante arboles binomiales. España. Rev. Leopoldo Pons.
- Merton, C. R. 1973. Theory of rational option pricing. EE.UU. The bell journal of economics and management science. 1(4):141-183.
- Investing. 2020. Investing.com. <https://mx.investing.com/commodities/us-coffee-c-historical-data>.
- Ochoa, C. M. 2009. Metodologías alternativas para la valoración de opciones americanas sobre TRM. Repositorio Institucional EAFIT.
- Ramírez, F. O. 2006. Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café. Colombia. Rev. Ingenierías Universidad de Medellín. 9(5):45-58.
- Solares, D. O. 2011. Contrato C, principales características. Guatemala.
- Working, H. X. 1953. Futures trading and hedging. EE. UU. American economic review. 3(43):314-343. <http://www.ico.org/es/new-historical-c.asp>.