

Recibido: Octubre 2012

Aceptado: Febrero 2013

Modelo para la toma de decisiones en el mercado de futuros.

Alejandro Alanís Chico¹

Resumen

El mercado de futuros fue creado con la intención de brindar coberturas contra el riesgo asociado al movimiento de los precios de *commodities*. Con el paso del tiempo, dicho mercado adquirió altos niveles de sofisticación, lo que ha permitido que además de brindar una protección contra movimientos indeseados en los precios de metales, energéticos, divisas y productos primarios, se puedan obtener ganancias derivadas de los diferenciales en los precios. Ante esta posibilidad, los inversionistas enfrentan la necesidad de tomar una decisión en el momento oportuno, de tal forma que lo anterior se traduzca en un incremento de su capital. Como una forma de apoyar la toma de decisiones, en este documento se presenta la propuesta de un modelo construido con base en cadenas de Markov, que permite predecir los tiempos de permanencia de los precios, ya

¹ Profesor de la Universidad Mexiquense y de asignatura en la Facultad de Economía de la UAEMex. Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, Toluca Estado de México. e-mail: alanis@umex.edu.mx.

sea en estados de incremento o decremento, condiciones que permiten obtener ganancias a un participante.

Palabras clave: Mercado de futuros, Cadenas de Markov, Cobertura, Estados absorbentes

Clasificación JEL: G00, G19

Abstract

The futures market was created with the intention of providing coverage against the risk associated with the movement of commodity prices. Over time, the market gained high levels of sophistication, which has allowed in addition to providing protection against unwanted movements in the prices of metals, energy, currencies and commodities, profits can be derived from the differential in the prices. Given this possibility, investors face the need to make a decision at the appropriate time, so that the above will result in an increase of its capital. As a way to support decision-making, this paper presents the proposal of a model constructed based on Markov chains that predicts the dwell times in prices either increase or decrease states, conditions allow a participant gains.

Clasificación JEL: G00, G19

Introducción

En el mercado de futuros se adquieren contratos estandarizados en los cuales las partes se comprometen a comprar o vender en el futuro un determinado bien (producto agrícola, mineral, activo financiero o moneda), definiendo en el presente la cantidad, precio, y fecha de vencimiento de la operación. En este ámbito, la estandarización y respaldo de los contratos permiten que se cumpla el objetivo básico de un mercado de futuros; *ofrecer un mecanismo de protección de precios para*

*personas o empresas expuestas a fluctuaciones adversas en los precios de sus activos.*²

No obstante que en el origen fueron las coberturas las que motivaron la constitución del mercado de futuros, hoy en día solamente una parte muy pequeña de los contratos que se celebran concluyen con la entrega del activo negociado (Loring, 2000). Es así que la mayoría de los contratos se liquidan de forma anticipada y en estos casos la intención de los participantes ya no es la cobertura sino la búsqueda de ganancias. Vale la pena señalar que si el mercado se comportó a favor de un participante, éste recibirá las ganancias correspondientes, por otro lado, si el mercado fue en contra, entonces el participante deberá enfrentar las pérdidas acumuladas.

En este contexto, cabe entonces preguntarse:

¿En qué momento un participante del mercado de futuros debe retirarse garantizando que no habrá pérdidas?

De la pregunta anterior se desprende que lo relevante es que los participantes se puedan informar sobre la posible trayectoria que tomarán los precios y más aún, sobre el tiempo en que éstos pueden permanecer en ascenso o descenso, ya que la permanencia del precio en cualquiera de estos dos estados es lo que permite acumular ganancias a un participante dependiendo de su posición en el mercado y del tiempo en que se retire.

Por el lado de las técnicas cuantitativas de predicción se han empleado dos tipos de modelos principales, los univariantes y

2 En el caso de un vendedor, éste entregará en la fecha de vencimiento del contrato el volumen pactado, por su parte el comprador, recibirá el volumen y pagará el precio acordado. En este contexto la cobertura opera toda vez que de forma independientemente a lo que ocurra en el entorno, el vendedor recibirá los ingresos esperados y el comprador la mercancía esperada al precio pactado.

los causales, ambos son útiles si el objetivo es estimar el nivel que tendrá una variable en el futuro (Bowerman, 2007).

No obstante, para el caso de un inversionista en el mercado de futuros es más útil la información relativa al tiempo en que habrá ascensos o descensos continuos de los precios antes de un movimiento adverso, ya que estos periodos son los que permiten al agente la acumulación de ganancias previo al momento de su retiro del mercado.

Por lo anterior, el objetivo de este documento es utilizar un modelo de tipo cuantitativo que permita al inversionista en busca de ganancias en el mercado de futuros, identificar el momento oportuno para su salida. Para formular el modelo se toma como plataforma el trabajo de Myles (1969), en el que se hace una aplicación de un modelo de Markov para el comportamiento del precio de acciones, sólo que para el presente documento la aplicación se lleva al plano de los precio de futuros.

El trabajo se estructura de la siguiente forma: en la primer sección se presenta el sustento teórico de la construcción del modelo de decisión a partir de estados absorbentes de Markov, toda vez que los estados absorbentes permiten suponer encadenamientos del precio en un estado específico “*j*” después de haber salido de un estado “*i*” antes de llegar al estado absorbente “*I*”. En la segunda parte, con los datos recolectados acerca del precio de futuros de algodón en frecuencia diaria de octubre de 2009 a la fecha, se realiza la aplicación de la metodología y se construye el modelo de toma de decisiones.

En la tercera y última sección se entregan las conclusiones.

1. Sustento teórico. El mercado de futuros.

Para quien participa en el mercado de futuros con la intención de multiplicar su capital, es fundamental entender que las posiciones de este mercado son contrarias con respecto al mercado spot. Cuando un participante adquiere un contrato y su posición es como vendedor, se dice que adquirió una **posición corta** en el mercado, en este ámbito está obligado a entregar un monto de mercancía o activo a un precio pactado por anticipado y en una fecha y lugar convenido.³

En el contexto de una posición corta, todos los incrementos que se den en el precio a partir de la apertura del contrato representan **pérdidas** para el vendedor, ya que se pierde la oportunidad de adquirir un beneficio adicional derivado de vender a un precio más alto la mercancía o activo. Por otro lado, todas las disminuciones en el precio a partir de la apertura del contrato representan **ganancias**, ya que la mercancía o activo se pactó a un precio más elevado del vigente en el mercado (Carstens, 1992). Lo anterior permite entender que cualquier pérdida que se obtenga en el mercado spot queda compensada por una ganancia en el mercado de futuros.

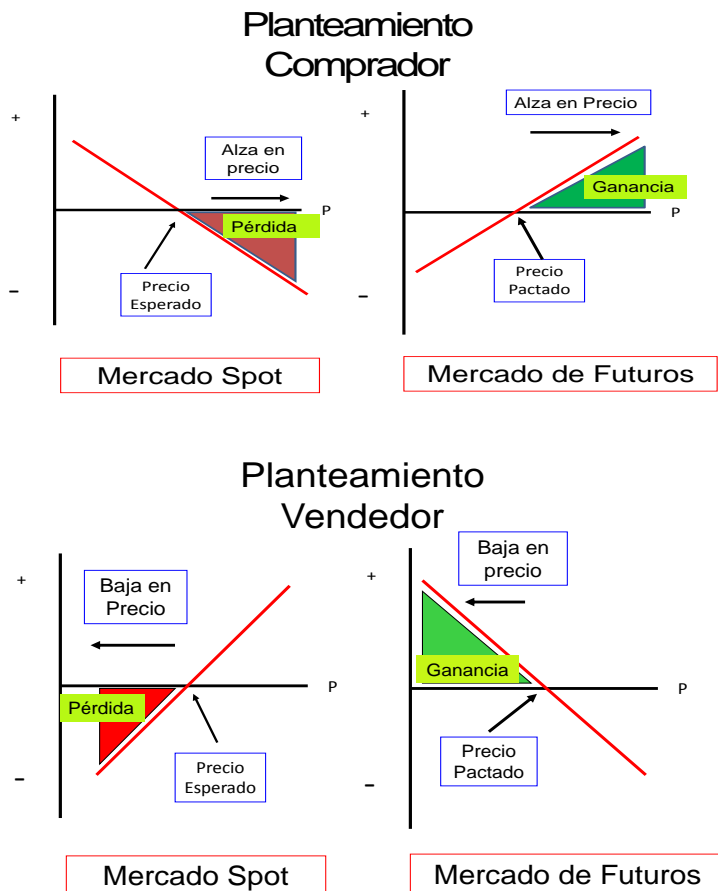
En el caso de un participante que participe como comprador en un contrato del mercado de futuros, se dirá que maneja una **posición larga**. En este contexto, todos los incrementos que se den en el precio a partir del día de la apertura representarán **ganancias**, ya que el comprador estará acumulando ahorros derivados de haber pactado un precio más bajo que el vigente en el mercado. En el mismo escenario, todas las disminuciones del precio representarán **pérdidas**, ya que el comprador se

³ La organización de la Bolsa de futuros es tal que los participantes del mercado responden a la figura denominada “casa de compensación” (*clearing house*). Este departamento exige a cada participante un tipo de prima de participación que puede llegar hasta un 10% del valor del contrato que se está manejando. Una vez que un participante aporta su margen inicial (prima), éste se deposita en una cuenta denominada cuenta de margen, cuya finalidad es acumular las ganancias derivadas del comportamiento favorable del precio o tomar lo necesario para hacer frente a las pérdidas adquiridas.

Modelo para la toma de decisiones en el mercado de futuros

pierde la oportunidad de pagar un precio más bajo que el que pactó en el contrato.

Pérdidas y ganancias de los participantes en el mercado de futuros y spot, dependiendo del comportamiento de los precios.



Fuente: elaboración propia con base en Carstens (1992: 289).

En el supuesto de que un participante, ya sea con posición corta o larga desee esperar hasta la fecha del vencimiento del contrato y concluir con la entrega o recepción de la mercancía o activo, *la casa de compensación* de la bolsa se hace responsable del cumplimiento de todos los términos del contrato, y además, vigila que se le paguen al participante las ganancias acumuladas o que pague las pérdidas adquiridas en caso de que el mercado se haya comportado en contra.⁴

Por otro lado, si quien participa es un inversionista y su intención es cancelar el contrato antes de la fecha de vencimiento, es posible hacerlo adquiriendo una posición contraria a la del contrato inicial y con ello no existe obligación de entregar o recibir la mercancía o activo; lo único que vigila la cámara de compensación es que el participante reciba sus ganancias o pague sus pérdidas según corresponda.⁵

Simplificando lo anterior, un participante cuya intención es la obtención de ganancias, enfrentaría las siguientes condiciones partiendo de su posición en el mercado.

⁴ La casa de compensación es un departamento perteneciente a la Bolsa de futuros y en algunos casos es independiente a ésta. Actúa como intermediario entre las partes de una transacción de futuros para garantizar el cumplimiento de todos los contratos de acuerdo con las reglas de la bolsa. Su función principal es realizar un seguimiento de todas las transacciones que han tenido lugar durante el día y con ello calcular la posición neta de cada uno de los miembros.

⁵ Es importante mencionar que otra de forma de no entregar o recibir mercancía es esperar que el contrato llegue al vencimiento bajo la modalidad de “sin entrega”, lo que significa que el negocio se liquida por diferencia de precios. En este caso, ni comprador ni vendedor están obligados a recibir o entregar mercancías.

Condiciones que enfrentaría un participante cuya intención es especular en el Mercado de Futuros

Tipo de posición	Incremento del precio	Decremento del precio	Mejor momento para cancelar la posición
Posición corta (Venta)	Genera <i>pérdidas</i> ya que se pierde la oportunidad de vender a un precio más alto que el pactado.	Genera <i>ganancias</i> ya que se estaría recibiendo un precio pactado más alto del vigente en el mercado.	En periodos de <i>caídas consecutivas</i> en el precio.
Posición larga (Compra)	Genera <i>ganancias</i> ya que se tiene pactado un precio más alto que el vigente en el mercado.	Genera <i>pérdidas</i> , ya que se pierde la oportunidad de obtener un ahorro derivado de un precio más baja que el pactado.	En periodos de <i>incrementos consecutivos</i> en el precio.

Fuente: elaboración propia con base en Hull (1996).

Estados absorbentes de cadenas de Markov

Para el caso de un participante del mercado de futuros cuyo interés es la obtención de ganancias y no la cobertura, es útil la información relativa al tiempo en que habrá ascensos o descensos continuos en los precios antes de un movimiento adverso; lo anterior se debe a que estos periodos son los que permiten al agente la acumulación de ganancias previo al momento de su retiro del mercado.

Como el objetivo de este documento es utilizar un modelo de tipo cuantitativo que permita al participante identificar el momento oportuno para su salida, se construye un modelo probabilístico basado en *estados absorbentes de cadenas de Markov*, que permitirá conocer el intervalo de tiempo que un inversionista debe esperar antes de cancelar su posición, siempre y cuando el comportamiento del precio de los futuros le haya favorecido. Previo a la aplicación del modelo, se presentan definiciones pertinentes.

Cadena de Markov

“Una cadena de Markov es una sucesión de experimentos, cada uno de los cuales da como resultado un número finito de estados que se enumeran 1, 2, ..., m. La probabilidad de que ocurra un estado depende únicamente del estado anterior que ocupó” (Sullivan, 1999:534).

Del párrafo anterior, vale la pena explicar que un estado es una situación particular en que se encuentra un sistema en un momento específico. En el caso particular de este documento, el sistema es el movimiento de los precios de algún activo que cotiza en el mercado de futuros. Los estados posibles en este sistema pueden ser:

1. Incremento del precio.....(I)
2. Decremento del precio.....(D)
3. Estabilidad del precio.....(N)

Si P_{ij} es la probabilidad de que exista un movimiento del estado i al estado j en una cadena de Markov con m estados, entonces la matriz de transición $P = [P_{ij}]$ es una matriz de $m \times m$:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & \cdots & P_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{m1} & \cdots & P_{mm} \end{bmatrix}$$

La matriz P es una matriz cuadrada con elementos que siempre son no negativos puesto que representan probabilidades. Además, la suma de los elementos de cada renglón es 1. La matriz de transición contiene la información necesaria para establecer la probabilidad de que el sistema pase de un estado “ i ” a un estado “ j ” en un tiempo determinado.

En el ambiente de los precios de futuros se puede expresar a través de la siguiente tabla que si ayer el precio incrementó existe una probabilidad de 35% de que hoy también incremente,

por otro lado, si el precio de ayer se mantuvo sin cambio, existe una probabilidad de 44% de que hoy incremente.

Matriz de estado absorbente

		HOY		
		I	D	N
AYER	I	1.0	0	0
	D	-	-	-
	N	-	-	-

A pesar de que la matriz de transición brinda la probabilidad de que el precio se mueva de un estado específico a cualquiera de los tres posibles en un intervalo de dos días consecutivos, lo que realmente interesa a un inversionista es saber el número de días que el precio puede estar incrementando (para el caso del comprador) antes de caer; o cayendo (para el caso del vendedor) antes de incrementar.

		HOY		
		I	D	N
AYER	I	0.35	-	-
	D	-	-	-
	N	-	0.44	-

Lo anterior se justifica porque es en estos periodos de encadenamiento donde cada inversionista puede acumular ganancias antes de retirarse del mercado. Esto que se menciona, tiene bastante asociación con la temática de *estados absorbentes de Markov*.

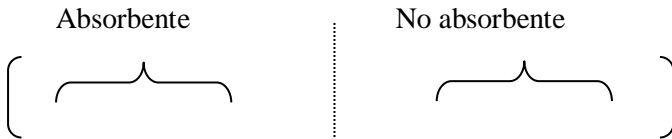
Por estado absorbente se entiende la peor condición en que puede encontrarse el sistema en un momento determinado. Si se toma el caso de un vendedor, la peor condición es que el precio incremente de forma consecutiva, esto es así porque al pactar un precio en el contrato de futuros, se pierde de los beneficios

derivados del alza consecutiva del precio, condición que puede verse como una acumulación de pérdidas.

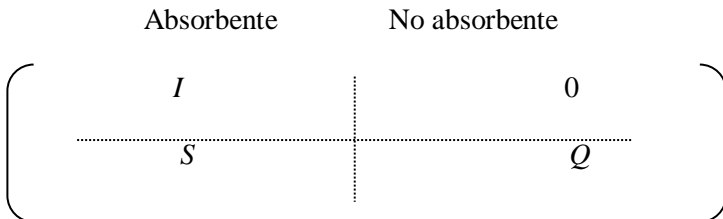
En términos cuantitativos, el incremento continuo puede expresarse con probabilidad igual a uno en el estado “I I”, lo que significa que si el día de ayer el precio registró un incremento, la probabilidad de que hoy incremente es de 100% eliminando la posibilidad de una disminución o estabilidad. Con lo anterior, existe una condición en la que el vendedor pierde de forma consecutiva eliminando la posibilidad de obtener ganancias o al menos mantenerse estable.

Matriz de estado absorbente

En este sentido, lo que la teoría establece es que cuando se tiene una matriz de transición con un estado absorbente, es conveniente reordenar los estados de manera que primero aparezcan los estados absorbentes y luego los no absorbentes.



Una vez realizado este reordenamiento, se puede dividir la matriz en cuatro submatrices:



Aquí I es la matriz identidad (o la que contiene probabilidad de 1), 0 denota una matriz en la que todos sus elementos son cero, y las dos matrices S y Q son submatrices que corresponden a los estados absorbente y no absorbente respectivamente.

La matriz S contendrá la probabilidad de que el sistema se mueva de un estado favorable a uno desfavorable.

En cuanto a Q , es importante mencionar que contiene la probabilidad de que el sistema se mueva de un estado favorable hacia otro favorable. Un ejemplo es, si se tiene una posición corta (caso de vendedor) no daña al sistema el hecho de que el precio haya caído el día de ayer y hoy esté estable.

Lo anterior se justifica porque con la caída de ayer se generó una ganancia, misma que hoy se mantiene intacta, ya que no hay variación del precio.

Entonces, para una cadena de Markov absorbente se tiene una matriz de transición de la forma:

$$P = \begin{pmatrix} I_r & 0 \\ S & Q \end{pmatrix}$$

Donde r es el número de estados absorbentes y al mismo tiempo el número de renglones de la matriz identidad, en general r es igual a uno ya que se identifica en el sistema un estado dañino. S es de dimensión $s \times r$, donde s =número total de renglones menos uno y r =número de estados absorbentes; que en la generalidad es uno.

Q es una matriz cuadrada de dimensión $s \times s$, cuyo número de renglones y columnas son iguales a número total de renglones de la matriz P menos uno.

Se define además a una matriz T como una **matriz fundamental de una cadena de Markov absorbente**.

$$T = [I_s - Q]^{-1} \quad (I_s \text{ es de dimensión } s \times s \text{ al igual que } Q)$$

Los elementos de T dan como resultado el número esperado de veces (unidades de tiempo) que el proceso está en cada estado

no absorbente antes de llegar al absorbente, dando por hecho que el proceso empezó en un estado no absorbente.

A continuación, en la parte empírica de este documento, va a aplicarse la metodología de estados absorbentes de Markov para formular un modelo de toma de decisiones para inversionistas en el mercado de futuros de algodón.

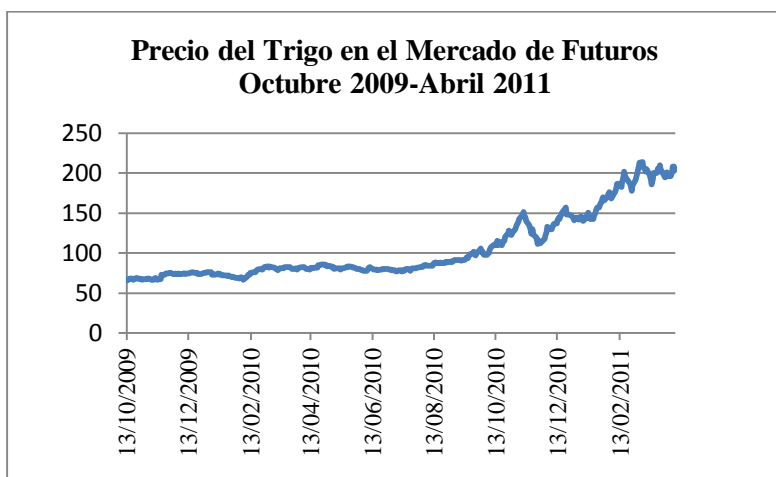
2. Trabajo empírico

Se dio inicio a la aplicación de cadenas de Markov clasificando las variaciones del precio de los futuros de algodón en la Bolsa de Chicago en uno de los tres estados siguientes: incremento (I), descenso (D), o sin cambio (N); para lo cual se toma en cuenta si el precio de hoy hubiera subido, bajado o permanecido sin cambio con respecto al del día anterior.

Para obtener la matriz de transición de nuestro interés se identificó la aparición de los tres diferentes estados durante 406 días hábiles que operó la Bolsa de Chicago, abarcado el periodo de octubre de 2009 a marzo de 2011.

Posteriormente, con el enfoque de frecuencia relativa aplicado a las variaciones obtenidas, se obtuvieron las probabilidades de la matriz de transición \mathbf{P} .⁶

⁶ El método empleado es el enfoque de frecuencia relativa a posteriori: “si después de n repeticiones de un experimento, donde n es grande, un suceso ocurre h veces, entonces la probabilidad del suceso es h/n ” (Spiegel, 1996).



Fuente: elaboración propia con base en datos del mercado de futuros de la Bolsa de Chicago.

Matriz de transición

		Hoy		
		I	D	N
Ayer	I	0.436	0.535	0.029
	D	0.416	0.566	0.018
	N	0.364	0.455	0.182

Interpretando el primer renglón de la matriz de transición entendemos que el día de ayer el precio de los futuros de algodón sufrió un incremento y existe una probabilidad de 43.6% para que hoy vuelva a incrementar, 53.5% para que decrezca y 2.9% para que permanezca sin movimiento.

Como ya se mencionó, en el entorno de los participantes que cancelan su posición antes del vencimiento del contrato, ya no es suficiente conocer la probabilidad de ocurrencia de cualquiera de los tres diferentes estados; si se toma el caso de un vendedor cuya *posición es corta*, interesa saber cuánto tiempo durará el precio cayendo o sin cambio antes de que vuelva a subir. Esto se debe a que en los periodos de descenso

del precio se pueden acumular las ganancias que compensen las pérdidas del mercado de contado, siempre y cuando la posición se cancele antes de que el precio repunte.

El requerimiento anterior se parece al planteamiento de cadenas de Markov absorbentes en cuanto a la duración del proceso en un estado no absorbente antes de pasar al absorbente, el cual se obtiene de la matriz fundamental de una cadena absorbente; sólo que aquí, la matriz de transición no es absorbente, por tanto, las técnicas para la obtención de la matriz fundamental de una cadena de Markov absorbente $T = [I_s - QJ]^{-1}$ no se aplican.

No obstante puede idearse algo útil.

Si la incógnita es el tiempo promedio que el precio de futuros de algodón está en el estado “D” o “N” antes de llegar al “I”, entonces se puede suponer que el estado “I” es absorbente y reemplazar la probabilidad de la celda 1,1 (0.436) por (1) y hacer cero a los demás elementos del primer renglón.⁷

Se crea así la nueva matriz de transición P’:

Matriz de transición

Hoy

	I	D	N
Ayer	I 1	0	0
D	0.416	0.566	0.018
N	0.364	0.455	0.182

que es una matriz de cadena absorbente.

Se puede notar que esta matriz está ordenada de manera conveniente, es decir, primero aparecen los estados absorbentes

⁷ Esta acción ya ha sido hecha con anterioridad en el ámbito financiero, un ejemplo es el “modelo de ascenso y descenso de los precios de las acciones” presentado por Myles (1969).

Modelo para la toma de decisiones en el mercado de futuros

y luego los no absorbentes. Por lo anterior, se puede dividir en cuatro partes:

$$P = \begin{pmatrix} I_r & 0 \\ S & Q \end{pmatrix}$$

Fraccionando se obtiene:

1	0	0
0.416	0.566	0.018
0.364	0.455	0.182

donde:

$I_r = \begin{pmatrix} 1 \end{pmatrix}$ es la matriz identidad de 1 x 1

$0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \end{pmatrix}$ es la matriz nula de 1 x 2

$S = \begin{pmatrix} 0.416 \\ 0.364 \end{pmatrix}$ sub matriz de estado absorbente de 2 x 1

$Q = \begin{pmatrix} 0.566 & 0.018 \\ 0.455 & 0.182 \end{pmatrix}$ es la sub matriz de estado no absorbente de 2 x 2

Como ya se conoce Q e I , se procede a aplicar la fórmula $T = [I - Q]^{-1}$ de matriz fundamental (nótese que I_s es una matriz

identidad que tienen el mismo número de renglones y columnas que la matriz Q).

$$I_s - Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0.566 & 0.018 & 0.434 \\ 0.455 & 0.182 & -0.455 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0.018 \\ 0.818 \end{pmatrix}$$

Si por el método de matriz adjunta se obtiene la inversa de $I_s - Q$, tendremos los siguientes resultados:

$$[I_s - Q]^{-1} = \begin{matrix} & \begin{matrix} D & N \end{matrix} \\ \begin{matrix} D \\ N \end{matrix} & \begin{pmatrix} 2.35 & 0.052 \\ 1.30 & 1.25 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Los elementos de la matriz fundamental se interpretan como sigue: cada elemento (i,j) da el tiempo promedio que el proceso está en el estado j (identificado con la letra que da nombre a la columna), después de partir del estado i (identificado por la letra que da el nombre a la fila), antes de llegar al estado absorbente I .

Entonces, para el comportamiento del precio de futuros de algodón se estima que cuando el precio entra en un periodo de caída, estará así en promedio 2 días cayendo para después incrementar, que es la condición que mermaría las ganancias acumuladas de un vendedor.

3. Conclusiones

- Aunque lo que motivó en un inicio la constitución del mercado de futuros fue la necesidad de contar con una cobertura contra las fluctuaciones adversas de los precios de productos, hoy en día una pequeña proporción entra a este mercado con fines de cobertura, ya que se prefiere más la oportunidad de especular en el mercado y obtener ganancias derivadas de los diferenciales en los precios.
- Ante esta realidad resulta necesario para los participantes contar con una herramienta que les permita tomar una decisión de abandono del mercado en las mejores condiciones, es decir, que el retiro brinde ganancias a quien cancela su posición.
- La metodología de cadenas absorbentes de Markov se adecua a las condiciones que plantea un comprador o vendedor del mercado de futuros que quiere saber en qué momento le conviene retirarse; para el caso del mercado del algodón, el participante tendría sólo tres días para acumular ganancias y retirarse en el límite.

Referencias bibliográficas

Bowerman, B. (2007). *Pronósticos, series de tiempo y regresión un enfoque aplicado* (Cuarta edición ed.). México: Thompson.

Carstens, M. (1992). *Las nuevas finanzas en México*. México: ITAM.

Hull, C. (1996). *Introducción a los mercados de futuros y opciones*. Madrid: Prentice Hall.

Loring, J. (2000). *Opciones y futuros*. Madrid : Descleé De Bower.

Myles, M. (1969). Share Price Movements: A Markovian Approach . *Journal of Finance* , 49-60.

Spiegel, M. (1996). *Probabilidad y estadística*. México: Mc Graw-Hill.

Sullivan, M. (1999). *Matemáticas finitas con aplicaciones en administración y economía*. Madrid: Limusa.