



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**DIVISIÓN DE CIENCIAS
ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS**

**“INFLUENCIA DEL PRECIO INTERNACIONAL DEL MAÍZ Y EL
PRECIO DEL PETRÓLEO SOBRE EL PRECIO NACIONAL DEL
MAÍZ: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN”**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA
Y DE LOS RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

BIBIANA HERNÁNDEZ LICONA

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, DICIEMBRE DE 2010

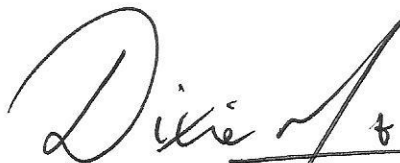


“INFLUENCIA DEL PRECIO INTERNACIONAL DEL MAÍZ Y EL PRECIO DEL PETRÓLEO SOBRE EL PRECIO NACIONAL DEL MAÍZ: UN ANÁLISIS DE COINTEGRACIÓN”

Tesis realizada por Bibiana Hernández Liconá, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

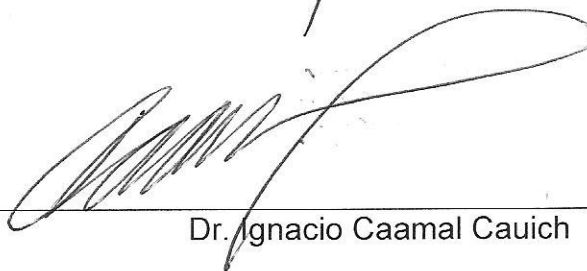
**MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS
RECURSOS NATURALES**

DIRECTOR:



Dra. Dixia Dania Vega Valdivia

ASESOR:



Dr. Ignacio Caamal Cauich

ASESOR:



M.C. Verna Gricel Pat Fernández

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo por ofrecerme una vez más la oportunidad de superarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme el financiamiento necesario para la realización del presente trabajo.

A la Dra. Dixia Dania Vega Valdivia mi más sincera gratitud por su confianza, paciencia y disposición, por la valiosa dirección de este proyecto

Al Dr. Ignacio Caamal Cauich por su confianza, apoyo y dedicación.

A la Dra. Verna Gricel Pat Fernández por sus aportaciones al presente trabajo.

Al Lic. Abel Maín Rodríguez Montejo, por su inapreciable apoyo en la realización de la tesis.

Al Dr. Abel Pérez Zamorano por creer en mi.

A mis compañeros y profesores.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, por todo el amor y confianza depositados.

A todos mis amigos por recordarme que hay personas valiosas en el mundo, y
por estar en el mío.

A mi hija Yolotzin Giselle, el amor de mi vida:

“...el valor de las cosas, lo determina el esfuerzo que se realiza para adquirirlas y cuando todo puede obtenerse sin realizar ninguno, se pierde la noción de lo que el esfuerzo vale y se ignora el importante papel que éste desempeña en la resolución de los problemas importantes de la vida, y el tiempo que nos sobra, nos aleja de la virtud y nos acerca al vicio...”

Álvaro Obregón

DATOS BIOGRÁFICOS

BIBIANA HERNÁNDEZ LICONA, NACIÓ EN IXMIQUILPAN, HIDALGO, EL 01 DE ENERO DE 1982, ESTUDIÓ EN EL COLEGIO DE BACHILLERES DEL ESTADO DE HIDALGO, PLANTEL 03, TENANGO DE DORIA.

CURSÓ LA LICENCIATURA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DURANTE EL PERIODO 2001-2006.

HA CURSADO LA MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO DURANTE EL PERIODO 2008-2010.

“Influencia del precio internacional del maíz y el precio del petróleo sobre el precio nacional del maíz: un análisis de cointegración”

“Influence of the international price of corn and the price of oil on the domestic price of maize: a cointegration analysis”

Lic. Bibiana Hernandez Licon¹ y Dra Dixia Dania Vega Valdivia²

Resumen

Se estima el grado de cointegración entre el precio internacional del maíz y el precio internacional del petróleo; el precio nacional del maíz y el precio de la mezcla mexicana de petróleo y entre el precio internacional del maíz y su precio doméstico durante el periodo 1996:06 y 2010:01.

Empleando la metodología de Engle-Granger, se obtiene el modelo econométrico final, que incorpora el mecanismo de corrección de errores.

Los resultados confirman la existencia de una relación de largo plazo entre el precio internacional del maíz y el precio doméstico del grano, con un coeficiente de ajuste del 15%.

Estas variables se relacionan de manera directa, si el precio internacional incrementa en un dólar, el precio doméstico incrementa en 0.75 dólares. Mientras que el precio del petróleo nacional no influye de manera significativa en el precio nacional del grano.

Palabras clave: Cointegración, maíz, petróleo, relación de largo plazo, mecanismo de corrección de errores.

Abstract

This study estimates the degree of cointegration between the international price of maize and international oil prices, the domestic price of maize and the domestic price of oil and between the international price of corn and its domestic price over the period 1996:06 and 2010: 01.

Using the Engle-Granger methodology, the final econometric model, which incorporates the error correction mechanism, is obtained.

The results prove the existence of a long-term relationship between the international price of maize and the domestic price of grain, with an adjustment coefficient of 15%.

These variables are directly related; if the international price increases by one dollar, the domestic price increases by \$ 0.75. However, the price of domestic oil did not significantly affect the price of grain.

Keywords: Cointegration, corn, oil, long-term relationship, error correction mechanism

1 Autor

2 Director

I. INTRODUCCION	13
1.1 Introducción	13
1.2 Justificación e importancia del tema	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General:	16
1.3.2 Objetivos específicos:	16
1.4 Hipótesis	16
II.- MARCO ECONÓMICO	17
2.1 El maíz en el mercado internacional	17
2.1.1 Consumo mundial de maíz	19
2.1.2 Importaciones de maíz	21
2.1.3 Exportaciones de maíz	22
2.1.4 Rendimientos promedio	23
2.1.5 Precios promedio internacionales del maíz	24
2.1.6 Precios Futuros	24
2.2 IMPORTANCIA DEL MAÍZ EN MÉXICO	27
2.2.1 Importancia del Maíz en México	27
2.2.2 Producción nacional	28
2.2.3 Importaciones	30
2.2.4 Estacionalidad de la Producción	31

2.2.5 Superficie Sembrada y Cosechada por Ciclo	32
2.2.6 La relación de largo plazo de los precios nacionales de maíz.	33
2.3. SITUACIÓN DEL PETROLEO	35
2.3.1 Producción mundial de petróleo	36
2.3.2 Consumo mundial de petróleo	38
2.3.4 Flujos comerciales	39
Fuente: British Petroleum	40
2.3.5 Evolución de los precios internacionales	40
2.3.6 La relación entre el precio del petróleo y el precio del maíz	42
III.- MARCO TEORICO Y METODOLÓGICO	44
3.1 Análisis de cointegración	44
3.1 Análisis de integración	45
3.1.1 Estacionariedad de una serie de tiempo	46
3.1.2 Prueba de Dickey-Fuller (DF) de raíz unitaria	48
3.1.3 Prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF)	53
3.1.4 Regresión espuria	56
3.2 Cointegración de variables I(1)	57
3.3 Pruebas de cointegración: Método de Engle- Granger	59
VI. METODOLOGIA	64
5.1 Procedimiento de Engle-Granger	64

5.1.1 Descripción de los datos	64
5.1.2 Determinar el orden de integración.	66
5.1.2.1 Estacionariedad de una serie.	66
5.1.3 Pruebas informales para identificar series No estacionarias	67
5.1.4 Pruebas Formales para identificar series No estacionarias	67
5.1.4.1 Estadístico de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)	67
5.1.5 Transformación de las Series en Primeras Diferencias	68
5.1.6 Especificar y estimar la relación funcional a Largo Plazo	69
5.1.7 Pruebas formales de cointegración en los residuos estimados	69
5.1.8 Prueba de Durbin-Watson sobre la regresión de cointegración	70
5.1.9 Mecanismo de Corrección de Errores (ECM)	70
RESULTADOS	72
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFIA	88
ANEXOS	92
PRECIOS MAIZ Y PETRÓLEO	93
GRAFICAS DE LAS SERIES ORIGINALES	99
PRUEBAS DE RAIZ UNITARIA	100

Precio del maíz	100
Precio nacional del maíz	101
Precio internacional del Petróleo	102
Precio de la mezcla mexicana del petróleo	103
RELACION DE LARGO PLAZO	104
Modelo del Precio internacional del maíz y Precio internacional del petróleo	104
Modelo del Precio nacional de maíz y el Precio de la mezcla mexicana de petróleo	105
Modelo del Precio nacional del maíz y Precio internacional del grano	106
RESIDUOS ESTIMADOS	107
Precio internacional del maíz & Precio internacional del petróleo	107
Precio nacional del maíz & Precio de la mezcla mexicana de petróleo	108
Precio internacional del maíz & Precio internacional del petróleo	109
MECANISMO DE CORRECCION DE ERRORES	110
Precio nacional del maíz & Precio internacional del petróleo	110
Precio nacional del maíz & Precio de la mezcla mexicana del petróleo	111
Precio nacional del maíz & Precio internacional del petróleo	112

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Principales países productores de maíz 2009 (en miles de toneladas)

Figura No 2. Precios internacionales promedio del maíz 2000-2010 (US dls/Ton)

Figura No 3. Evolución de la producción nacional de maíz 1990-2009

Figura No 4. Evolución de las importaciones 1994-2009

Figura No 5. Países productores de petróleo 2009. (% de participación)

Figura No 6. Consumo mundial de petróleo. (Miles de barriles diarios)

Figura No 7. Flujos comerciales

Figura No 8. Evolución del precio del petróleo

Figura No 9. Logaritmo del precio nacional del maíz

Figura No 10. Logaritmo del precio nacional del petróleo

Figura No 11. Serie $lpmaizmex$ diferenciada

Figura No 12. Serie $lppetroleomex$ diferenciada

INDICE DE CUADROS

Cuadro No 1. Consumo interno e intercambio del maíz 2009 (miles de ton)

Cuadro No 2. Principales países importadores de Maíz (en miles de ton)

Cuadro No 3. Exportaciones Maíz (Miles de ton)

Cuadro No 4. Variedades y usos del Maíz

Cuadro No 5. Principales Estados productores de Maíz P-V 2005-2009

Cuadro No 6. Principales Estados productores de Maíz O-I 2005/2006 -
2009/2010

Cuadro No 7. Resultados de las pruebas de raíz unitaria de las series

Cuadro No 8. Orden de integración de las series

Cuadro No 9. Orden de integración de los residuos de las series con orden de
integración I (1)

Cuadro No 10. Resultados de la estimación del modelo de corrección de errores
(MCE)

I. INTRODUCCION

1.1 Introducción

Diversos factores explican el aumento de los precios en los granos básicos, el mal tiempo por ejemplo, factor atribuible al cambio climático, ha jugado un papel importante en Australia, donde la sequía hizo descender las exportaciones de trigo en un 20%.

En China las inundaciones arrasaron con 5.5 millones de hectáreas de trigo y semillas maduras. El desbordamiento del río Mississippi en Junio de 2008 afectó a Illinois y a más de 5 millones de hectáreas de cultivo en Iowa, lo cual ejerció aun más presión sobre los precios internacionales del maíz y la soya en Estados Unidos.¹

Destacan los altos precios del crudo que a su vez se manifiestan en un encarecimiento de petroquímicos, fertilizantes, materiales de empaque y embalaje, así como el polipropileno.²

De la energía usada en la agricultura, 28% se destina a la fabricación de fertilizantes, 7% a la irrigación y 34% se consume en forma de gasóleo y

¹ Reyes Guzmán, Gerardo. Petróleo y alimentos. Economía UNAM. Volumen 5. Número 15

² A. Sheridan. 2007. Pág. 34

gasolina usada por los tractores empleados en plantar, labrar y recolectar la cosecha.³

El crecimiento en la producción de biocombustibles ha provocado un aumento en la demanda de cereales, semillas, oleaginosas y azúcar con lo que se contribuye a mantener altos los precios.

La producción de carne y leche, que en casi todo el mundo se realizan con base en el maíz, verán incrementados sus costos de producción, con lo que es razonable esperar ciertas dificultades de la oferta para responder al aumento de la demanda, lo que se traduce en precios sostenidos o al alza.

Pero además, los altos precios del maíz, impactarán en la demanda de granos sustitutos, fortaleciendo también sus precios, en especial el sorgo y la cebada.

Uno de los elementos que parecen haber cobrado mayor frecuencia y que podrían afectar estas proyecciones, son los desastres climáticos que se han verificado y que seguramente continuarán haciéndolo en el futuro.

El presente trabajo de investigación consta de cinco secciones, siendo la primera esta introducción. La segunda hace algunas consideraciones sobre las variables utilizadas en este análisis y las fuentes de datos estadísticos. La

³ FAO. Sala de prensa. “Los precios de los productos básicos agrícolas permanecerán altos”. Septiembre del 2008

tercera describe brevemente la metodología que va a emplearse. En la cuarta se analizan los resultados obtenidos, y la quinta sección se destina a las conclusiones.

1.2 Justificación e importancia del tema

En México, un alto porcentaje de la población rural depende de la producción del maíz, cultivo que se practica bajo las más diversas condiciones agroclimáticas con diferentes tecnologías que van desde la producción temporalera más atrasada que obtiene rendimientos de 0.7 toneladas por hectárea, hasta los sistemas de riego con semillas mejoradas y fertilizados que pueden llegar a obtener de 12 a 14 toneladas por hectárea.

Una variable importante que influye en la decisión de producir y cuánto producir es el precio medio rural del grano, por tal motivo es importante conocer qué otras variables influyen en la determinación de este precio.

Con la liberalización del comercio de maíz entre Estados Unidos, México y Canadá en Enero del 2008 los precios internos del maíz han quedado más expuestos a lo que sucede con los precios internacionales del grano y también se piensa que los precios del petróleo pudieran estar afectando a los precios internacionales.

Lo anterior es importante como tema de estudio por lo que esta investigación tratará de explicar la importancia de los precios internacionales y el precio del petróleo en la determinación de los precios rurales para el sector maicero de México.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General:

- Comprobar el efecto de los precios internacionales del maíz y el precio del petróleo sobre el precio nacional del maíz.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Establecer la relación existente entre el precio nacional del maíz y el precio internacional del mismo a largo plazo.
- Establecer la relación que existe entre el precio internacional del maíz y el precio internacional del petróleo.
- Establecer la relación que guardan el precio nacional del maíz y el precio de la mezcla mexicana del petróleo.

1.4 Hipótesis

La hipótesis planteada es que el precio internacional del maíz, el precio del petróleo y el precio nacional del maíz guardan una relación de equilibrio de largo plazo.

II.- MARCO ECONÓMICO

2.1 El maíz en el mercado internacional

El mercado mundial del maíz consiste de aquellos países que son los grandes productores, quienes en su mayoría exportan este grano a los países consumidores que son los que importan el maíz para diversos usos. En ese sentido, los principales productores son Estados Unidos, China, Brasil, México, Argentina, India.⁴ (Cuadro No. 1).

Estados Unidos ocupa el primer lugar en la producción del maíz, esto puede explicarse porque este país cuenta con una superficie agrícola de alrededor de 412 millones de hectáreas de las cuales 22.5 millones cuentan con sistemas de riego, los programas de subsidios al productor por parte de gobierno llegan a representar hasta 70% de los costos de producción.

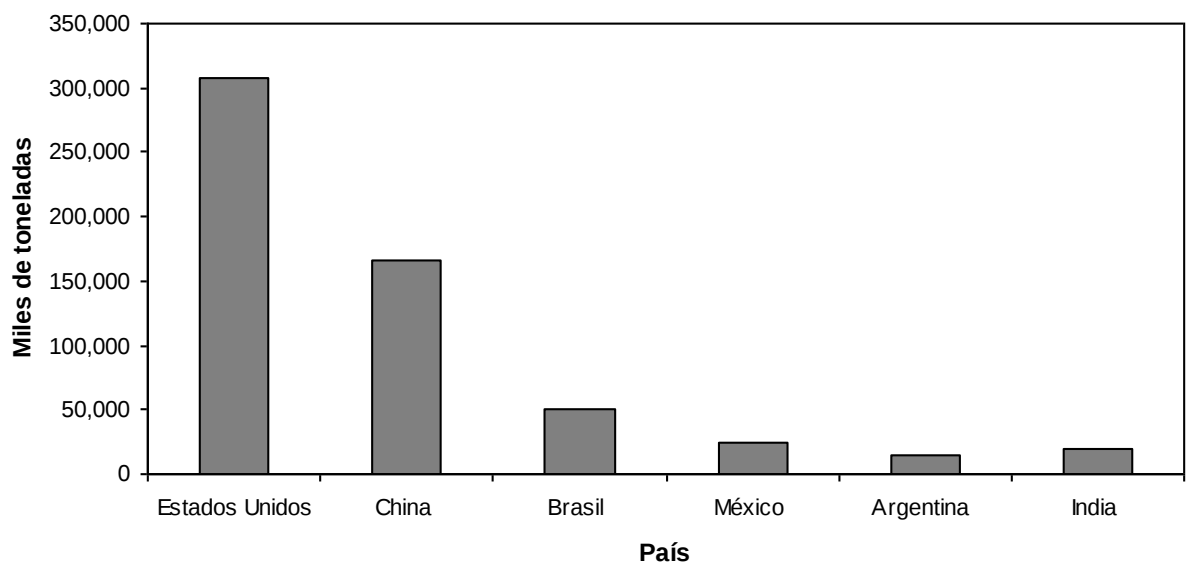
El uso de tecnologías en sus campos agrícolas es muy común, tales como maquinaria de siembra y cosecha, fertilizantes, insecticidas, semillas transgénicas, entre otros. El financiamiento para la producción no es una limitante, ya que los programas estatales y las instituciones financieras se unen para otorgar créditos accesibles a los agricultores. Todo ello en conjunto lleva a que la producción de maíz en los Estados Unidos tenga altos rendimientos (alrededor de 10 toneladas por hectárea).

⁴ FAO 2009

Mientras en el caso de China, la superficie agrícola es de 554 millones de hectáreas, de las cuales 55 millones son tierras de riego y las restantes son tierras de temporal. Cabe agregar, que la producción de maíz en China es menor debido a que el cultivo principal lo ocupa el arroz. No obstante, China es el segundo productor a nivel mundial aportando aproximadamente el 20% de la oferta.

Mientras que los demás países (Brasil, México, Argentina e India) no tienen las condiciones necesarias para competir en el mercado de maíz aun cuando en algunos de estos se cuenta con alta tecnología, capital y subsidios a los productores.

Figura No. 1 Principales países productores de maíz 2009 (en miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de USDA 2009

2.1.1 Consumo mundial de maíz

Se podría pensar que los cinco grandes productores de maíz son los mayores exportadores, sin embargo, los mayores exportadores sólo son Estados Unidos, Argentina y Brasil, debido a que en México el consumo de maíz es mayor, lo cual le obliga a importar una gran cantidad de este grano, haciéndolo deficitario en término de intercambio.

Esto se puede explicar mejor con el cuadro siguiente que muestra el consumo total por los principales productores de maíz y las fuentes –ya sea la producción interna o las importaciones- de donde los obtienen. Así se puede observar que los Estados Unidos son los mayores consumidores de maíz, pero que su producción es suficiente para cubrir la demanda interna, además de exportar la mayor cantidad a nivel mundial.

Cuadro No 1. Consumo interno e intercambio del maíz 2009 (miles de ton)

País/ Año	Producción	Exportaciones	Importaciones	Consumo	Stock final
Estados Unidos	307,142	47,907	337	288,685	37,552
China	165,900	170	50	156,000	53,019
Brasil	51,000	7,178	1,092	46,500	11,089
México	24,226	160	7,764	30,800	1,809
Argentina	15,000	8,458	30	6400	492
Otros	77,230	4,142	10,213	117,897	24,047
Total	797,831	84,102	84,102	781,748	147,408

Fuente: USDA 2009

China es el segundo productor de maíz en el mundo, aún así, importa más de 50 mil toneladas para su consumo y exporta 170 mil toneladas a otros países,

teniendo un superávit comercial en este producto. Argentina produce 15 millones de toneladas pero sólo consume 492 mil toneladas, por lo cual, puede exportar 8.4 millones, también es superavitario. Brasil produce 51 millones y consume 11 millones de toneladas.

Por último, México produjo 24.23 millones de toneladas y consumió 32.4 millones, la demanda faltante fue abastecida con 7.76 millones de toneladas provenientes en su mayoría de los Estados Unidos.

En cuanto al tipo de consumo o utilización de la producción del maíz, varía en los países de acuerdo al tipo de cultura. Por ejemplo, en China el maíz se utiliza principalmente para la alimentación de ganado –porcino y bovino-, mientras que el consumo de maíz en la población china es importante en términos absolutos, pero no en términos relativos, ya que representa una cantidad pequeña para los casi 2 mil millones de chinos.

Comparado con México, el consumo de maíz en la alimentación humana es más representativo que el consumo de maíz para el ganado. Esto se puede deber, además de las costumbres históricas que colocaron al maíz como uno de los principales alimentos de la dieta cotidiana de los mexicanos y de la gran variedad de platillos que se preparan con él, a las normas internas que impedían la utilización del maíz blanco para la alimentación del ganado.

2.1.2 Importaciones de maíz

Japón es el país con niveles de importación más altos durante 2009 importó 16.53 millones de toneladas de maíz, cifra que ha mantenido constante en los últimos años. Japón importa el equivalente al 18.1% del total mundial

En este rubro México ha venido a colocarse como el segundo país importador de maíz en el mundo, sus importaciones provienen de Estados Unidos principalmente. Este es un fenómeno al que tiene que ponerse mucha atención ya que la evolución de las importaciones en los últimos años ha crecido de manera alarmante y según el USDA, durante el período 2010-2019, las importaciones mexicanas de maíz estadounidense tendrán una tasa de crecimiento constante de 2.6%.

Corea del Sur es el tercer importador de maíz en el mundo con casi 9 millones de toneladas, lo que representa el 9.5 % del total mundial, aunque hay que observar que los niveles de importación han venido disminuyendo considerablemente.

En contraparte Estados Unidos es el país con menores importaciones de maíz, sus niveles de importación en el 2009, representaron 0.10% de su producción. Mientras que sus exportaciones han aumentado, explicado por las importaciones de México y China.

Cuadro No 2. Principales países importadores de Maíz (en miles de ton)

<i>País/ Año</i>	<i>2006/2007</i>	<i>2007/2008</i>	<i>2008/2009</i>
Japón	16,713	16,614	16,533
México	8,944	9,556	7,764
Corea del Sur	8,731	9,311	7,188
Egipto	4,826	4,151	5,031
Estados Unidos	319	501	337
Otros	10,876	10,285	10,213
Total	91,474	98,265	84,102

Fuente: USDA 2009

2.1.3 Exportaciones de maíz

Los países exportadores son prácticamente los mismos que ocupan los primeros lugares en cuanto a montos de producción, destacando los montos de exportación por parte de EU que fueron de 47.9 millones de toneladas, lo que representa alrededor del 16% de su producción, Argentina exportó en 2009 8.5 millones lo que representa casi el 60% de su producción. Por su parte Brasil exportó 7.178 millones toneladas para el mismo año, cifra inferior al del año anterior que fue de poco más de 15.5 millones de toneladas.

Para México, que en años anteriores llegó a ser superavitario en granos y sus exportaciones representaban importantes divisas para el país, el nivel de exportaciones es muy bajo, esto es más evidente al observar los niveles de exportación de maíz de los últimos años.

Cuadro No 3. Exportaciones Maíz (Miles de ton)

<i>País/ Año</i>	<i>2006/2007</i>	<i>2007/2008</i>	<i>2008/2009</i>
Estados Unidos	54,214	60,663	47,906
Argentina	15,693	15,676	8,458
Brasil	8,071	7,883	7,178
Ucrania	1,027	2,074	5,497
México	-	1	160
Otros	68,183	70,088	77,230
Total	713,451	793,615	797,831

Fuente: Elaboración propia con datos de USDA

2.1.4 Rendimientos promedio

La evolución de los rendimientos promedio de la producción de maíz a nivel internacional se ha visto incrementado gracias al desarrollo de tecnologías a partir de los años sesenta. La utilización de fertilizantes, plaguicidas, semillas mejoradas y transgénicas, así como la mecanización de la agricultura, han sido utilizadas con mayor frecuencia en las últimas décadas.

Los países desarrollados, en especial Estados Unidos, han promovido el uso de este tipo de tecnologías en sus agricultores para elevar sus rendimientos, así como los productores externos las han adoptado en sus cultivos para no perder competitividad

Sin embargo, el problema que ha generado este tipo de tecnologías es el daño producido en el medio ambiente y en la salud de los agricultores. Diversos estudios, señalan que el uso de pesticidas y plaguicidas provocan severas enfermedades en los agricultores quienes tienen contacto directo con ellas.

Mientras que otros estudios en torno al daño ecológico originado en los suelos por los plaguicidas y pesticidas, conducen a una tardía recuperación de los mismos.

2.1.5 Precios promedio internacionales del maíz

Los precios internacionales del maíz se encuentran determinados por las fuerzas del mercado, tanto por su oferta y demanda, que en este caso se ven más claramente por los niveles de importación y exportación a nivel internacional.

Sin embargo, el precio internacional del maíz no existe como tal, ya que las barreras comerciales en este rubro continúan operando y muchos países determinan su precio mediante procesos internos. Por lo que en esta investigación se tomará el precio futuro de este grano como el precio internacional.

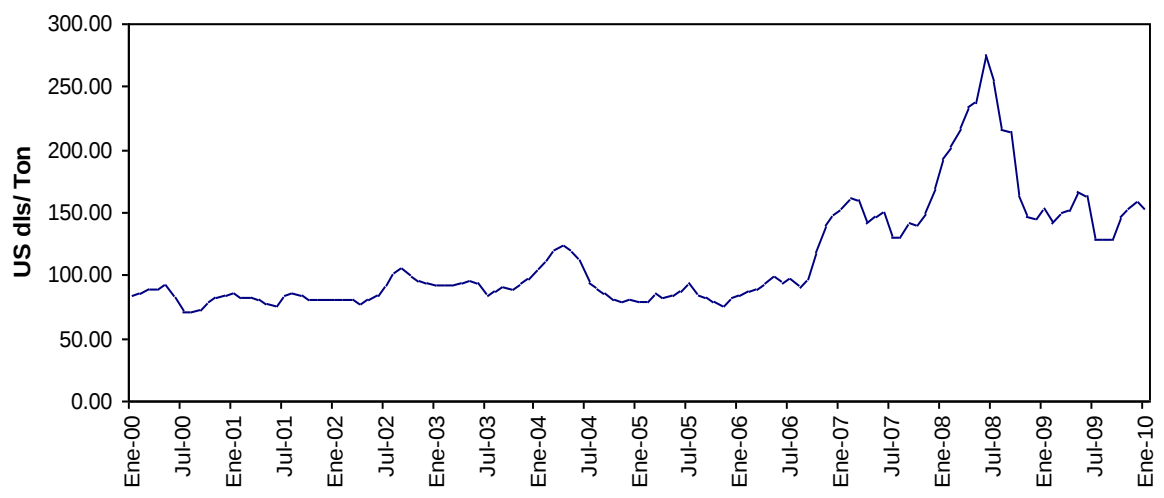
2.1.6 Precios Futuros

El mercado de futuros de maíz está sujeto a cambios constantes en sus precios, ya que son afectados por diferentes factores, dentro de los que destacan la estacionalidad del cultivo, el comportamiento de los mercados específicos, el clima; así como la localización geográfica de las zonas de

producción donde hay sobreoferta y por supuesto, la parte especulativa de este mercado. Todos esos factores afectan el mercado de futuros de manera diferente.

En la dinámica de los precios de futuros del maíz de enero de 2000 a enero de 2010, se observa una constante variabilidad durante toda la serie, lo que evidencia cambios mensuales significativos del precio del maíz dentro de un mismo año.

Figura No 2. Precios internacionales promedio del maíz 2000-2010 (US dls/Ton)



Fuente: CME (Chicago Mercantile Exchange)

El promedio anual de la cotización del grano registrado en el lapso mencionado se ubicó en 113.88 US dólares por tonelada; sin embargo, en Junio de 2008 la tonelada se elevó hasta 275.14 US dólares/ton, siendo la cotización más alta

registrada en el periodo de referencia. Por el contrario, en los meses de Agosto y Septiembre se registraron los precios más bajos del periodo: 128.79 y 127.97 dólares por tonelada, respectivamente.

Al iniciar el año de 2010, los precios en la Bolsa de Chicago se mantuvieron por arriba de los 151.91 dólares por tonelada, continuando con el rango de cotización más alto en diez años. Se estima que, derivado del comportamiento de la demanda de maíz, los precios mantendrán su tendencia a la alza en el largo plazo.⁵

⁵ CME (Chicago Mercantile Exchange), 2009

2.2 IMPORTANCIA DEL MAÍZ EN MÉXICO

2.2.1 Importancia del Maíz en México

El maíz es el cultivo más importante de México, forma parte importante en la dieta de los mexicanos; está presente en la elaboración de más de 4 mil productos como el almidón, fructuosa, aceites, cartón, chocolates, biocombustibles, alimento animal, entre otros; ocupa poco más de la mitad de la superficie sembrada del país; representa casi una tercera parte del valor de la producción agrícola; existen poco más de 3 millones de productores de este grano, y es el cuarto productor mundial después de Estados Unidos, China y Brasil.

En 2009 se cosecharon en México aproximadamente 23 millones de toneladas de maíz, cifra inferior a la producción obtenida en el 2008 (24 millones de toneladas).

Desde hace varios años el mercado del maíz en México ha sido deficitario, la producción no alcanza a cubrir la demanda nacional por lo que se ha tenido que incrementar la importación de este producto y particularmente de Estados Unidos.

El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, por lo que es posible generar una gran cantidad de productos finales: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustibles, etcétera. En México se encuentran las siguientes variedades:

Cuadro No 4. Variedades y usos del Maíz

<i>Nombre de la variedad</i>	<i>Usos</i>
<i>Maíz cerero o ceroso</i>	Se utiliza en la elaboración de adhesivos y gomas
<i>Maíz cristalino</i>	Como alimento
<i>Maíz dulce</i>	Como alimento para enlatados
<i>Maíz dentado</i>	Como alimento en la industria
<i>Maíz palomero</i>	Como alimento
<i>Maíz semidentado</i>	Como alimento para mejoramiento genético.
<i>Maíz truncado</i>	Para el mejoramiento genético del maíz en general

Fuente: Centro de Investigación para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

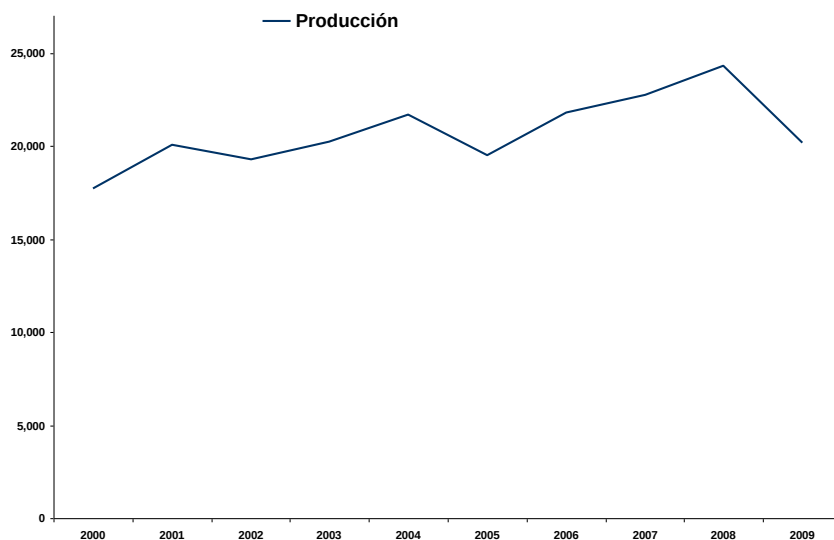
La producción del grano en México tiene dos variedades de maíz: blanco y amarillo o forrajero. El maíz blanco se produce exclusivamente para el consumo humano, en virtud de su alto contenido nutricional; en tanto que el maíz amarillo se destina al procesamiento industrial y a la alimentación animal.

2.2.2 Producción nacional

En cuanto a la producción esta ascendió en el 2009 a 24.226 millones de toneladas, en tanto que la demanda fue de 32.4 millones de toneladas, por lo

que se tuvo que importar poco más de 7 millones de toneladas en ese año, volumen similar a lo que se había venido importando en los años previos.⁶

Figura No 3. Evolución de la producción nacional de maíz 1990-2009
(Miles de toneladas)



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP

El maíz es, sin lugar a dudas, el cultivo más importante en México, tanto por su consumo como por los niveles de producción que alcanza comparado con otros cultivos, así como por la incidencia en las importaciones agrícolas.

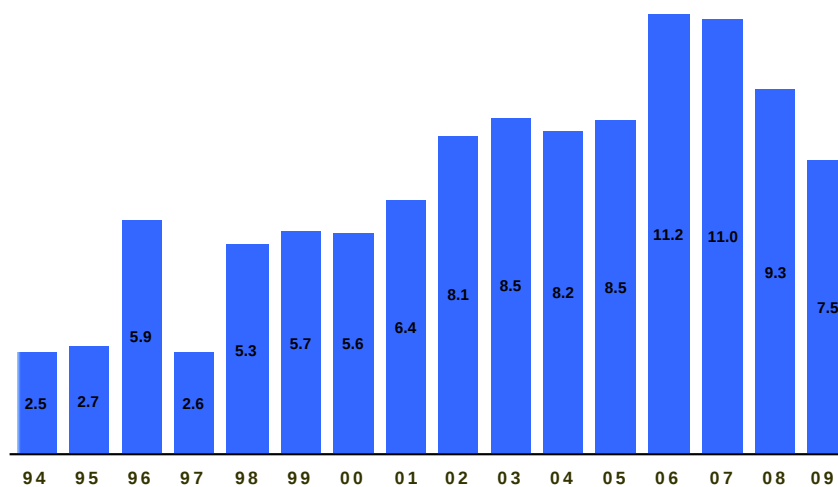
⁶ USDA 2009

2.2.3 Importaciones

A pesar de que México es el cuarto productor a nivel mundial, también es un importante consumidor por lo que se convierte en uno de los principales importadores del grano en el mundo. Es importante señalar que México produce principalmente maíz blanco, con el que se cubre prácticamente la totalidad de la demanda de esa variedad, no así con el maíz amarillo que tiene diversos usos, pecuarios principalmente, y en el cuál es deficitario, por lo que se tienen requerimientos de importación superiores a los 7 millones de toneladas.

Figura No 4. Evolución de las importaciones 1994-2009

(miles de toneladas)



Fuente: SIAP con datos del Sistema de Información Comercial de México (SIC-M), SE.

El principal proveedor del maíz grano requerido por México es Estados Unidos y se trata fundamentalmente de grano amarillo No. 2, cuyo uso principal es el pecuario, aunque también tiene otros usos como producción de fructosa, almidones, botanas y cereales, entre otros⁷.

2.2.4 Estacionalidad de la Producción

En México existen dos ciclos productivos en el cultivo del maíz: el de primavera-verano (PV) y el de otoño-invierno (OI).

En el primer ciclo, los principales estados productores son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Chiapas y Puebla. Aproximadamente entre 90 y 95% de la producción nacional se cultiva en el ciclo primavera-verano que se cosecha en los meses de octubre a diciembre.

La producción del ciclo otoño-invierno se concentra básicamente en los estados del norte del país como Sinaloa, Sonora y Chihuahua, la cosecha de este ciclo se realiza durante los meses de marzo y julio, particularmente durante este ciclo casi 40% de la superficie sembrada cuenta con sistemas de riego⁸.

⁷ Cámara de Diputados; El Sistema de cuotas y subsidios para el maíz blanco y el frijol en el marco del TLCAN y su efecto en las relaciones comerciales de los países signatarios, julio 2005.

⁸ El Economista. [www. Eleconomista.com,mx](http://www.Eleconomista.com.mx)

2.2.5 Superficie Sembrada y Cosechada por Ciclo

En México hay dos ciclos productivos en el cultivo del maíz: el ciclo primavera/verano y el otoño/invierno, en el primer ciclo los principales estados productores son: Jalisco, Estado de México, Michoacán, Guanajuato y Chiapas. Aproximadamente entre el 90 y el 95 por ciento de la producción nacional se cultiva en el ciclo primavera-verano que se cosecha en los meses de octubre a diciembre.

Cuadro No 5. Principales Estados productores de Maíz P-V 2005-2009

Estado/Año	2005	2006	2007	2008	2009
Jalisco	2,601,412	3,018,243	3,130,349	3,191,007	2,529,178
México	1,188,107	1,570,311	1,601,937	1,808,189	1,312,990
Michoacán	1,286,763	1,493,841	1,533,889	1,563,377	1,211,664
Guanajuato	1,018,835	1,058,331	1,360,297	1,539,346	839,944
Chiapas	1,269,460	1,451,299	1,266,851	1,465,231	103,952
Total	13,579,002	15,871,440	16,261,880	17,701,378	13,677,046

Fuente: elaboración propia con datos del SIAP

Por su parte, la producción del ciclo otoño/invierno se concentra básicamente en los estados del norte del país como Sinaloa y Tamaulipas, la cosecha de este ciclo se realiza durante los meses de marzo y septiembre; particularmente durante este ciclo, casi el 40 por ciento de la superficie sembrada cuenta con sistemas de riego. En 2008, el principal productor de maíz en este ciclo fue Sinaloa.

Cuadro No 6. Principales Estados productores de Maíz O-I 2005/2006 -

2009/2010					
Estado/Año	2005	2006	2007	2008	2009
Sinaloa	4,115,458	4,758,967	4,963,195	4,929,699	4,899,704
Tamaulipas	596,213	516,919	447,861	374,393	385,733
Veracruz	367,728	380,046	339,594	431,823	460,045
Chiapas	141,311	165,256	160,118	180,721	164,691
Sonora	177,562	112,055	161,691	92,581	129,525
TOTAL	5,945,018	6,483,023	661,916	6,525,562	6,645,325

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP

En 2009 el consumo interno de maíz ascendió a 29.5 millones de toneladas, cifra inferior al de 2008, que fue de 32.6 millones de toneladas; mientras que las importaciones ascendieron a 7.5 millones de toneladas, que resultaron inferiores respecto a 2008.

2.2.6 La relación de largo plazo de los precios nacionales de maíz.

Algunos autores mencionan, que los precios de productos agrícolas de gran demanda como el maíz, el trigo, la cebada, tienen alta volatilidad, debido a factores en los que se encuentra inmersa la agricultura, como el clima, los eventos biológicos, políticos y sociales, los cuales promueven que los precios no se mantengan estables y que lleguen a tener fuertes variaciones de un periodo a otro.

El maíz no queda exento de este fenómeno, las condiciones sociales, naturales, económicas y políticas del país repercuten de manera directa en la determinación de los precios del maíz y en consecuencia en los ingresos de la

mayoría de los agricultores mexicanos. Por lo cual, es de vital importancia, realizar políticas agropecuarias que promuevan, el crecimiento del sector rural, para el beneficio de casi 40 millones de personas que viven en el campo.⁹

Para conocer con mayor precisión la tendencia de los precios nacionales del maíz en el largo plazo, realizamos una prueba de cointegración considerando las variables precio nacional del maíz, precio internacional del maíz y precio del petróleo.

⁹ **Ceballos Pérez, S.G.:**(2010) Comercio exterior, producción y determinación de precios del maíz en México: implicaciones y propuestas para mejorar la competencia, Edición electrónica. Texto completo en www.eumed.net/libros/2010b/682/

2.3. SITUACIÓN DEL PETROLEO

El petróleo permite obtener combustible para calefacción, transportes, maquinaria, y es básico para la industria petroquímica y una gran variedad de productos domésticos, desde utensilios de plástico hasta ropa de poliéster. La actividad económica se organizó bajo la creencia de que el petróleo era barato y abundante.

Una pregunta importante ha considerar es la siguiente: ¿Cómo afecta el aumento del precio del petróleo en lo qué la economía produce?

Las empresas y los hogares reducen su uso de productos basados en el petróleo, ya que ahora son más caros. Los hogares cambian a calefactores de gas y compran coches más pequeños. Aquellos que se tienen que desplazar para trabajar forman grupos para desplazarse colectivamente o se trasladan a vivir a sitios más próximos a su trabajo.

Precios más elevados no solo disminuyen la demanda de bienes basados en el petróleo, sino también incentivan a los consumidores a adquirir bienes sustitutivos. Una mayor demanda hacia dichos bienes aumenta su precio y promueve su fabricación. Los fabricantes de coches diseñan modelos más pequeños, los arquitectos utilizan la energía solar y los laboratorios de investigación desarrollan alternativas al petróleo en la industria química.

Desde el punto de vista de los bienes, el incremento de los precios del petróleo aumentó el poder adquisitivo de la OPEP y redujo el poder adquisitivo de los países importadores de petróleo, como Alemania o Japón. La economía mundial producía más para la OPEP y menos para Alemania o Japón.

Las crisis del precio del petróleo ilustran cómo la sociedad asigna los recursos escasos entre usos alternativos. Un recurso escaso es aquel para el que la cantidad demandada a un precio cero excede la oferta disponible. Es posible pensar que el petróleo se ha hecho más escaso en términos económicos al aumentar su precio.¹⁰

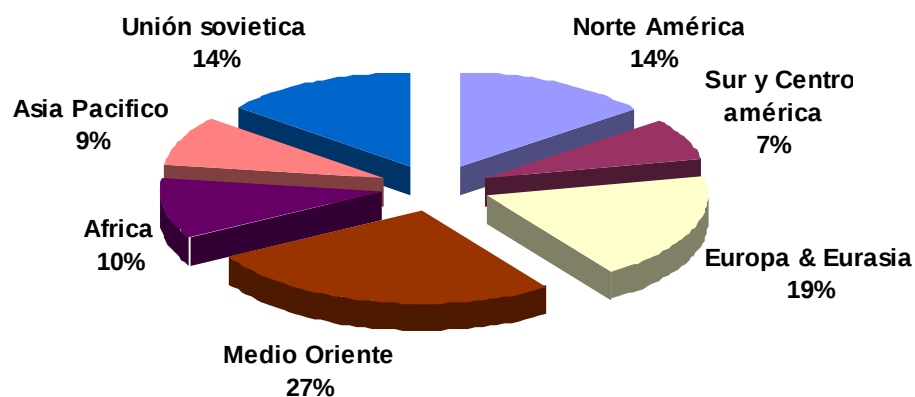
2.3.1 Producción mundial de petróleo

La producción de crudo se concentra principalmente en Medio Oriente (con un tercio de la producción mundial), en Europa y Eurasia y en América del Norte. Los dos países que producen individualmente las mayores cantidades de petróleo son la antigua Unión Soviética (14%) y Arabia Saudita (12.8%)¹¹.

¹⁰ Lombera Martínez Manuel. [EL UNIVERSAL](#), Lunes 04 de Agosto de 2008. manuel.lombera@eluniversal.com.mx

² Internacional Energy Agency (IEA), Key World Energy Statistics. Año 2010. Edición electrónica.

Figura No 5. Países productores de petróleo 2009. (% de participación)



Fuente: Elaboración propia con datos de British Petroleum

Cabe destacar que Medio Oriente exporta casi toda su producción y Estados Unidos no llega a cubrir su consumo doméstico.

Es importante resaltar aquí que aunque los países de la OPEP cuentan con la mayor parte de las reservas mundiales, generan actualmente sólo el 41.2 % de la producción total. La mayor proporción del crudo se produce en países que no pertenecen a esa organización, factor que incide, junto a otros, en el manejo actual su precio¹².

¹² . Ibid.

2.3.2 Consumo mundial de petróleo

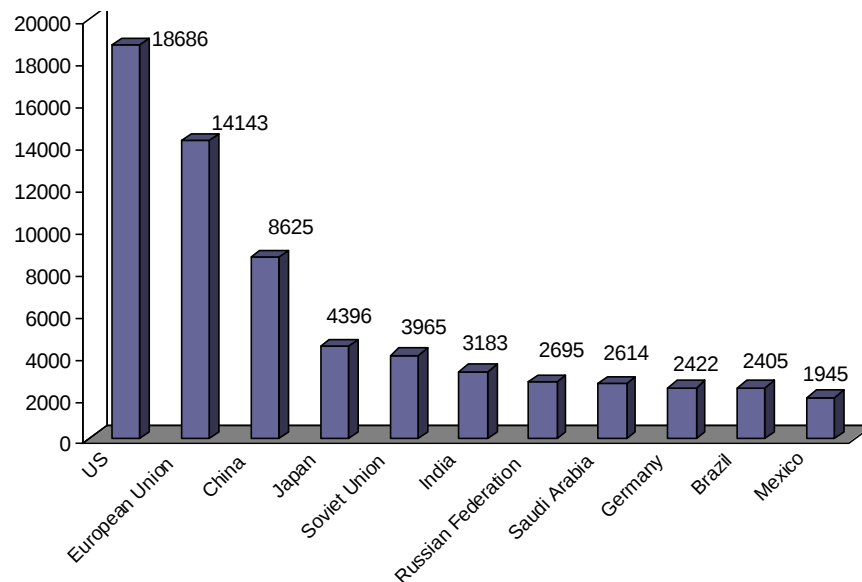
La demanda mundial de combustibles viene creciendo a un ritmo mayor en los últimos años. Los principales factores que influyeron en este comportamiento se pueden resumir en un aumento del crecimiento económico mundial y el cambio en la estructura de consumo de combustible de los principales consumidores del mundo (Ver figura 6).

La eventual recuperación de los niveles tiene mucho que ver con la evolución económica de estos países. Estados Unidos, los cinco grandes de Europa – Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido-, China, Japón, India, Rusia, Brasil, Arabia Saudí, Canadá, Corea, México e Irán, son claves para la recuperación del consumo, tal como ha venido sucediendo en las últimas décadas, ya que estos 16 países representan más del 75 % de la demanda mundial de petróleo¹³.

Estados Unidos es la región que más petróleo consume a pesar de que es uno de los que menos reservas posee, esto indica que depende en gran medida de la importación del hidrocarburo. A este país, junto con Asia- Pacífico se les atribuye el 90% del incremento en el consumo de petróleo en los últimos 10 años.

¹³ British Petroleum, Statistical Review of the World Energy January 2010.

Figura No 6. Consumo mundial de petróleo. (Miles de barriles diarios)



Fuente: British Petroleum

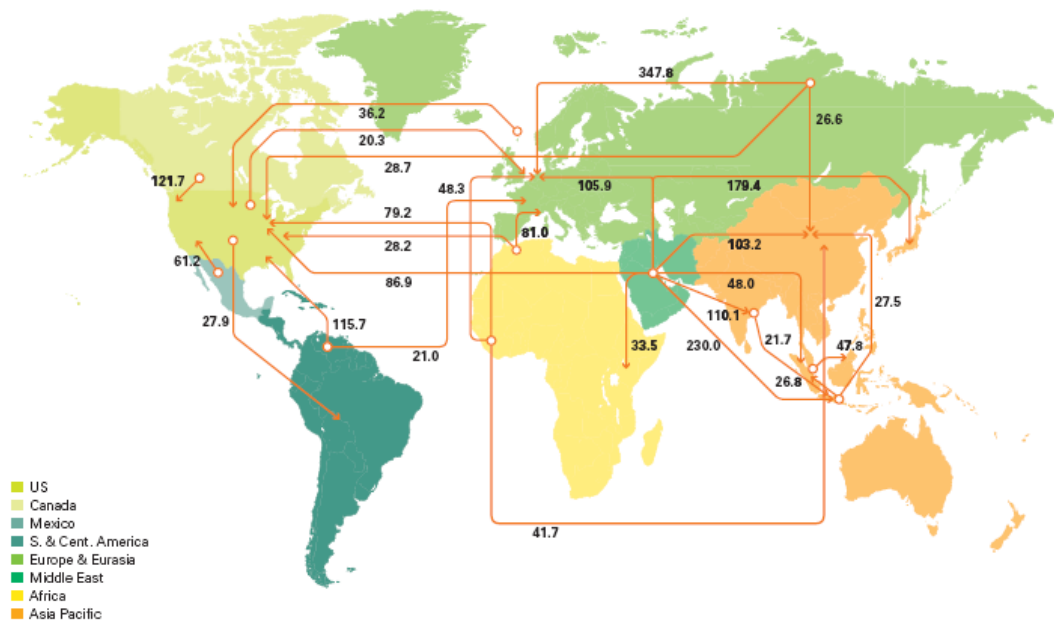
Hoy es conocido que el primer trimestre de 2009 ha sido, probablemente, el de crecimiento económico más bajo desde la Segunda Guerra Mundial, también es sabido que los países emergentes se han visto arrastrados, durante este año, por la debilidad económica de los países industriales. (Ver anexos)

2.3.4 Flujos comerciales

Los mayores flujos comerciales de petróleo van desde Medio Oriente hacia Europa, Asia-Pacífico y Estados Unidos, y desde Rusia hacia Europa Occidental, tal como se observa en la figura 7.

También es importante la línea de suministro de Venezuela a Estados Unidos y en menor medida la de México a el vecino del norte.

Figura No 7. Flujos comerciales



Fuente: British Petroleum

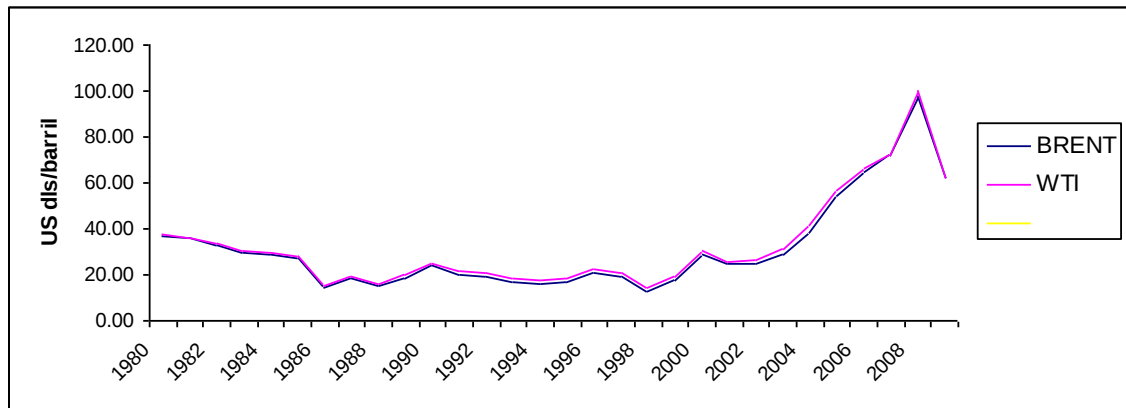
2.3.5 Evolución de los precios internacionales

A lo largo de 2009, los precios del crudo mantuvieron una tendencia alcista. Alcanzaron un mínimo cercano a los 39 dólares en febrero y desde entonces, no cesó de subir. El último mes del año resultó especialmente inflacionario para los precios del petróleo (Ver figura 8)¹⁴.

¹⁴ International Energy Agency

Este extraordinario aumento es originado por la escasez de este recurso en el mercado mundial. El problema en este momento no se encuentra por el lado de la capacidad de la oferta, sino por el lado de la fuerte demanda en el mundo.

Figura No 8. Evolución del precio del petróleo



Fuente: Elaboración propia con datos de British Petroleum

Otro de los factores que viene presionando al alza del precio del petróleo es el bajo nivel de stock de reservas en los principales países consumidores de la OCDE¹⁵, principalmente de Estados Unidos, como se mencionó anteriormente.

La dificultad de hacer pronósticos sobre los precios del petróleo radica en su elevada volatilidad. Una forma de observar como se comportaría el precio internacional del petróleo es observando los mercados futuros. Sin embargo cabe señalar que en los últimos años los precios del petróleo se han situado

¹⁵ Organization Economic Cooperation and Development

con frecuencia en niveles superiores a los indicados por los mercados de proyecciones futuras¹⁶.

2.3.6 La relación entre el precio del petróleo y el precio del maíz

Históricamente los biocombustibles no han tenido capacidad de competir con los combustibles elaborados en base al petróleo. La diferencia de costos marginó a estas fuentes de energía. Solamente fueron desarrollados en algunos países esquemas de producción de biocombustibles, con el objetivo estratégico de prever la sustitución parcial de los combustibles derivados del petróleo en el futuro.

Con el incremento de los precios del petróleo, la viabilidad de fuentes alternativas de combustible comenzó a despertar interés en todos los países. En ese marco es que tiene lugar el renacimiento de la exploración de los biocombustibles como alternativa genuina al petróleo, y se han transformado en protagonistas de este escenario.

Es así que en Europa se apunta al biodiesel, generado a partir del aceite de colza fundamentalmente; Brasil, y la producción de etanol a partir de la caña de azúcar, Estados Unidos el mayor productor, y junto con Argentina, el más

¹⁶ Ariel Castellano Roberto. Situación del mercado internacional del petróleo. Comisión Nacional de Energía Atómica. Boletín energético número 14.

eficiente productor de maíz, optó también por la producción de etanol, pero a partir de este cereal.

Como elemento adicional a este escenario, se prevé que China, actual exportador de maíz, se transforme a partir 2011-12 en importador neto del grano, con lo que se refuerzan las perspectivas de este mercado.

En resumen, ha aparecido y parece consolidarse a futuro, un nuevo uso de algunos productos agrícolas, lo que implica un incremento adicional en su demanda.

La emergencia del problema de la energía, en especial el comportamiento del precio del petróleo, abrió el camino para el desarrollo de la producción de bioenergía, generando una demanda extraordinaria y creciente para el futuro.

III.- MARCO TEORICO Y METODOLÓGICO

3.1 Análisis de cointegración

Una serie es estacionaria si su distribución de probabilidad no depende del tiempo, lo que implica una media y varianza uniformes en el tiempo. Muchas de las series del mundo real, como en economía, resultan o parecen ser no estacionarias, una vez eliminados los posibles componentes deterministas de la serie. El tipo de series no estacionarias más habituales son las series integradas de orden 1 ó series I (1), cuyas primeras diferencias son estacionarias.¹⁷

Una forma de abordar las series I (1) es tomar diferencias, para trabajar con series estacionarias. Sin embargo, si existe una relación a largo plazo entre los niveles de las series estudiadas, tomar diferencias hace perder esa relación. La cointegración corresponde a una relación a largo plazo entre variables I (1), relación que no se detecta bien con los contrastes habituales de regresión.

En econometría, el análisis de cointegración suele emplearse para contrastar la evidencia empírica de relaciones lineales a largo plazo establecidas por la teoría económica, y/o para estimar los coeficientes de esas relaciones lineales

¹⁷ Series integradas y cointegradas. Revista de economía aplicada. Número 1. Volumen 1. Pág.152

3.1 Análisis de integración

Para modelar series de tiempo lo primero que se necesita es identificar el comportamiento que éstas presentan. Esto implica definir el tipo de tendencia que muestran las series: estacionaria o estocástica, pues modelar series de tiempo con tendencias genera ciertos problemas, por ejemplo: regresiones espurias, valores erróneos en los estadísticos o medidas de bondad de ajuste inadecuadas, generalmente muy elevadas, (Hatanaka, 1996). Por esto, lo indicado es eliminar tendencias de cualquier tipo antes de comenzar a modelar.

Si un modelo presenta una tendencia determinística se considera un proceso estacionario que tiene un error de predicción limitado, aún para horizontes infinitos, lo que en términos generales no es tan problemático. Sin embargo, si los modelos presentan tendencias estocásticas tendrán errores de predicción que se vuelven ilimitados a medida que se amplía el horizonte de observaciones.

Por lo anterior, si se observa que las series presentan tendencias estocásticas es indispensable aplicar un operador de diferencias para transformarlas en procesos estacionarios.

Para determinar el comportamiento de una serie se realizan pruebas de integración: Por ejemplo, si se encuentran series de tipo $I(1)$, esto indica que la

serie original presenta una tendencia y que es necesario diferenciarla una vez para transformarla en estacionaria o tipo I (0).

Entre las pruebas de raíces unitarias para determinar si una serie presenta o no alguna tendencia, las más conocidas son la Dickey-Fuller Aumentada (ADF) y la Phillips-Perron (PP), que brevemente se describirán a continuación:

3.1.1 Estacionariedad de una serie de tiempo

El concepto de cointegración está íntimamente ligado con el de estacionariedad. Un proceso aleatorio es estrictamente estacionario si su distribución de probabilidad no depende del tiempo. Un proceso aleatorio es débilmente estacionario (o estacionario en covarianza) si los dos primeros momentos de su distribución de probabilidad (media y covarianzas) no dependen del tiempo.

Con carácter general se utilizará el término estacionario para los procesos débilmente estacionarios. Se tiene entonces que una serie y_t es estacionaria (débilmente o de covarianza estacionaria) si:

$$E(y_t) = \mu$$

$$\text{Var}(y_t) = \sigma_y^2$$

$$\text{Cov}(y_t, y_s) = f(t-s)$$

Donde μ y σ_y^2 son constantes para todo t , y donde $f(t-s)$ es una función que depende exclusivamente de la diferencia $(t-s)$ y no del periodo t .

Intuitivamente, una serie temporal estocástica es estacionaria si los valores se mueven alrededor de su valor medio, con un comportamiento similar a lo largo del tiempo.

Un ejemplo extremo de serie estacionaria es la serie denominada ruido blanco, esto es, una serie y_t que cumple

$$E(y_t) = 0,$$

$$\text{Var}(y_t) = \sigma^2$$

$$\text{Cov}(y_t, y_s) = 0.$$

Si una serie no cumple las condiciones de estacionariedad indicadas, entonces es no estacionaria.

Ejemplos típicos de series no estacionarias son:

$$\text{Paseo aleatorio puro } y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\text{Paseo aleatorio con deriva } y_t = \delta + y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Proceso estacionario con tendencia $y_t = a + \delta t + \varepsilon_t$ donde ε_t es ruido blanco.

En el primer caso se tiene que la varianza de y_t no está acotada, aunque la esperanza sea estable; se trata de un camino aleatorio o paseo aleatorio. La segunda serie contiene, además, una tendencia causada por el término δ , al que se denomina deriva; se puede interpretar como una combinación de una tendencia determinista, causada por el término δ , y un paseo aleatorio. La tercera de las series contiene una tendencia determinista (δt) y es estacionaria en torno a dicha tendencia.

3.1.2 Prueba de Dickey-Fuller (DF) de raíz unitaria

Una de las pruebas de raíces unitarias más conocidas para determinar la tendencia de una serie se conoce como “prueba DF” y fue propuesta por Dickey y Fuller en 1979.

El test consiste en calcular el estadístico t :

$$t = (d1 - 0) / sd1$$

Obtenido al tipificar el estimador $d1$, restándole el valor esperado bajo H_0 y dividiendo por su desviación típica.

La hipótesis nula, H_0 : no estacionariedad de la perturbación, se acepta si t toma un valor situado a la derecha del valor crítico correspondiente al nivel de

significación establecido (las tablas proporcionan generalmente los valores críticos, que son negativos, para niveles de significación del 1, 5 y 10%, siendo el 5% el más utilizado en la práctica y se rechaza si toma un valor menor que el valor crítico.

La hipótesis alternativa, H_a : estacionariedad se acepta por lo tanto si t es <0 y suficientemente grande en valor absoluto para situarse a la izquierda del valor crítico.

Este test se denomina también contraste de raíz unitaria refiriéndose a que se está contrastando el valor unitario de la raíz de la ecuación de primer grado igualado a cero.¹⁸

Para explicar en qué consiste esta prueba de raíces unitarias, generalmente se recurre a la representación más simple de un modelo con tendencia estocástica, el camino aleatorio o random walk:

$$X_t = x_{t-1} + \varepsilon_t$$

En el cual, los errores se comportan como ruido blanco, es decir:

$$\{\varepsilon_t\} \text{ es i.i.d }^{19},$$

¹⁸ Guisán, Carmen. Causalidad y cointegración en modelos econométricos. Aplicación a la OCDE y limitaciones de los test de cointegración. Pág.7

y por lo tanto:

$$E(\varepsilon_t) = 0 \text{ (media cero)}$$

$$E(\varepsilon_t^2) = \sigma_\varepsilon^2 \text{ (varianza constante)}$$

Pero además, es posible expresarlos como:

$$x_t = x_0 + \sum_{s=1}^t \varepsilon_s \equiv x_0 + v_t$$

En este caso $\{v_t\}$ equivale a un proceso estocástico no estacionario, o camino aleatorio, donde:

$$E(v_t^2) = t\sigma_\varepsilon^2$$

Por lo cual, la varianza se incrementa junto con el tiempo.

Otra manera de escribir la ecuación sin alterar su estructura puede ser:

$$x_t = \rho \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t$$

¹⁹ i.i.d. = se **D**istribuyen **I**déntica e **I**ndependientemente.

Siempre y cuando se cumpla que:

$$\rho = 1$$

Precisamente, la prueba DF revisa si se cumple o no la condición previa, es decir, que en la ecuación, ρ sea igual a 1. Esta condición es lo que se conoce como la prueba de raíz unitaria.

La prueba DF está basada en la estimación de una ecuación de regresión equivalente a la que se aplica un operador de diferencias de la siguiente forma:

$$\Delta x_t = \delta \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t$$

En la ecuación anterior se muestra la aplicación del operador de diferencias, sin embargo, también podría reescribirse como:

$$x_t = (1 + \delta) \cdot x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Por lo que ahora:

$$\rho = (1 + \delta)$$

Por tanto, si en la ecuación δ es negativo, entonces en la ecuación, ρ se vuelve menor que uno. Precisamente, la prueba Dickey-Fuller consiste en probar la negatividad de δ sobre la ecuación aplicando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios.

En este caso, las hipótesis nula y alternativa serán respectivamente:

$$H_0: \delta = 0$$

$$H_1: \delta < 0$$

Si se acepta la hipótesis alternativa, entonces, $\rho < 1$. Por lo tanto, x_t estaría integrada de orden cero $I(0)$ y se tiene un proceso estacionario.

En los casos en los que se rechace la hipótesis alternativa la variable analizada tendrá un orden de integración distinto de cero. Entonces, para determinar cuál es el orden de integración de la variable en estudio tendrá que repetirse la prueba DF tantas veces como sea necesario, utilizando variables con órdenes de integración superiores a cero (Δx_t ó $\Delta \Delta x_t$), en lugar de x_t .²⁰

Por ejemplo, a continuación se muestra la prueba DF, bajo el supuesto de que la variable estuviera integrada de primer orden: $x_t \sim I(1)$:

$$\Delta \Delta x_t = \delta \cdot \Delta x_{t-1} + \varepsilon_t$$

²⁰ Granger y Newbold, 1986.

Si se rechaza la hipótesis nula aceptando $H_1 : \delta < 0$, entonces ahora, la serie Δx_t , es estacionaria y por lo tanto, se cumple que $x_t \sim I(1)$. Esto sólo pretende mostrar cuál es el procedimiento para realizar pruebas de esta naturaleza.

Sin embargo, la prueba DF en su versión original presenta una debilidad al no tomar en cuenta la posibilidad de autocorrelación en el proceso de error ε_t . Esto es, si ε_t está autocorrelacionado, entonces no cumpliría con ser ruido blanco. En ese caso, las estimaciones de mínimos cuadrados ordinarios de la ecuación no serán eficientes.

3.1.3 Prueba de Dickey Fuller Aumentada (ADF)

Para solucionar ese problema, Dickey y Fuller (1981) sugieren emplear como variables explicativas adicionales las variables rezagadas, y de esta forma poder aproximarse a la autocorrelación.

A esta nueva versión de la prueba DF se le conoce como prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF). La ecuación de la prueba ADF es similar a la que se presentó en la ecuación, con la diferencia de que se le agrega una componente intermedia para incluir los rezagos

$$\Delta x_t = \partial \cdot x_{t-1} + \sum_{i=1}^k \partial_i \cdot \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t$$

Una regla práctica para determinar el valor de k (número de rezagos de Δx_{t-i}), es que esto tendrá que ser lo suficientemente pequeño como para salvar los grados de libertad, pero también lo suficientemente grande como para permitir la existencia de autocorrelación en ε_t , hasta que cumpla la condición de hacerse ruido blanco.

Los valores críticos más utilizados son los propuestos por MacKinnon para el test ADF, que figuran en los programas como el Micro-Tsp y el E-views con las salidas de las regresiones efectuadas.

Los niveles críticos de las tablas de MacKinnon dependen de las opciones utilizadas, del tamaño muestral y del número de retardos que figuran en la relación. La opción de cero retardos coincide con el test DF.

La hipótesis nula, o hipótesis a contrastar, es la de integración o no estacionariedad de la perturbación aleatoria, frente a la alternativa de no integración o estacionariedad. Ello ocasiona algunas debilidades del test, que ya han sido criticadas, ya que puede provocar una tendencia excesiva a aceptar la hipótesis nula, de no estacionariedad cuando la variable es estacionaria. Dicha aceptación no implica necesariamente una evidencia

favorable hacia la hipótesis nula ya que puede haber una clara situación de incertidumbre.²¹

Existe otro método alternativo no paramétrico, propuesto por Phillips y Perron (1988) que emplea los errores del modelo de primer orden de la ecuación propuesta por Dickey-Fuller en su versión no-aumentada, para corregir el estadístico t:

$$\Delta x_t = (\rho - 1)x_{t-1} + \varepsilon_t$$

Este método requiere la estimación de un parámetro adicional:

$$\sigma_\varepsilon^2 = E\left[\left(\sum \varepsilon_t\right)^2\right]$$

Que se interpreta como el valor de la densidad espectral de ε en el origen.

Al realizar el análisis de cointegración existe un requerimiento más débil y a la vez más técnico en el cual las series tienen un espectro que es finito pero distinto de cero para todas las frecuencias. A las series que cumplen con esta propiedad se les define como $I(0)$. Granger (1986)

²¹ Maddala.1992

3.1.4 Regresión espuria

Como se explicó anteriormente, la presencia de tendencias entre variables tiende a generar errores de medición, por ejemplo, regresiones espurias que provocan que las medidas de bondad de ajuste arrojen resultados poco confiables.

Las variables financieras, y en particular las tasas de interés, son relativamente propensas a presentar tendencias estocásticas.

Una regresión espuria se produce cuando existe una correlación muestral entre dos series. Aunque los estadísticos sean aparentemente significativos, en realidad esto es sólo el reflejo de una tendencia común que muestran las series, sin que exista ninguna asociación de importancia.

Las regresiones espurias reflejan la apariencia superficial de un buen ajuste con estimadores que parecen ser significativos estadísticamente. Los típicos síntomas de una regresión espuria son: una R^2 muy elevada, altos valores de t y un bajo estadístico Durbin-Watson.²²

Por esto es necesario aplicar la técnica de cointegración y evaluar si las series de tiempo guardan relaciones de equilibrio, es decir, si la combinación lineal entre ellas mantiene una relación estacionaria en el largo plazo. Esta es una

²² Granger y Newbold (1974)

técnica desarrollada para definir el comportamiento de variables sujetas a tendencias.

3.2 Cointegración de variables $I(1)$

La cointegración se define como la existencia de combinaciones lineales entre variables no estacionarias (o con tendencia) que es estacionaria en sí misma. A las series que exhiben tales características se les denomina series cointegradas.

Otra definición la proporcionan Charemza y Deadman (1993):

“Si existe una relación de largo plazo entre dos (o más) variables no estacionarias, la idea es que las desviaciones de su trayectoria en el largo plazo sean estacionarias. Si este es el caso, se dice que las variables en cuestión están cointegradas”.

Para comprender mejor en qué consiste el método de cointegración, considérense un par de series no estacionarias, x y y , cada una de las cuales es $I(1)$, y no presentan constante ni tendencia en su media. Bajo estas condiciones, entonces cualquier combinación lineal de dichas series también será $I(1)$.

Si existe una constante β que en $z_t = x_t - \beta y_t$ sea capaz de lograr que la combinación lineal de ambas series (z_t) se vuelva $I(0)$, entonces se dice que x_t y y_t están cointegradas, y que β es el parámetro de cointegración. De hecho, β representa al valor único que es capaz de hacer que tales series cointegren bajo ciertas condiciones específicas.

Además, x_t y y_t son series no estacionarias que individualmente muestran componentes de baja frecuencia (o de onda larga), cuyas características individuales desaparecen en z_t . Por lo tanto, aunque x_t y βy_t tengan componentes de baja frecuencia bajo circunstancias particulares resultado de su combinación tales componentes se eliminan para generar z_t .

Hay que recordar que las tendencias estocásticas se vinculan con procesos en los cuales el error de predicción se vuelve ilimitado a medida que se avanza el tiempo. A diferencia de las tendencias determinísticas cuyo comportamiento está dictado por ecuaciones en diferencia asociadas a un proceso estacionario.

En otras palabras, cada una de las series originales tiene sus propias componentes no estacionarias, y cuando se da el caso de que las otras componentes de las series con las que se combine sean idénticas, entonces la combinación lineal de ambas hace que la componente estacional resultante (z) se anule.

Regresando a $z_t = x_t - \beta y_t$, si z_t es nula, entonces $x_t = \beta y_t$ y por consiguiente, la relación entre x y y será considerada como una relación de equilibrio de largo plazo. Por tanto, si z_t fuera distinto de cero, éste mide el grado en que el sistema formado por las dos series originales se aparta de esta relación de equilibrio, por lo que se le denomina error de equilibrio.

La importancia de definir una condición de equilibrio mediante un modelo de cointegración radica en que esto permite describir la tendencia que puede presentar un sistema a moverse hacia una dirección en particular. Por ello, si se observa que x_t y y_t son ambas $I(1)$, para que se muevan a la par en el largo plazo es estrictamente indispensable que entre ellas exista una z_t que sea $I(0)$, pues de lo contrario, ambas series se desplazarán con distintas trayectorias.

Resumiendo, la cointegración entre variables es la condición indispensable para afirmar la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo.

3.3 Pruebas de cointegración: Método de Engle- Granger

Según Engle y Granger (1987), aunque dos series vistas individualmente tengan varianza infinita y no estacionaria, si estas series cointegran las desviaciones del equilibrio en el largo plazo serán estacionarias y de varianza finita.

De acuerdo con Granger (1981) el vector de una serie de tiempo $I(1)$ está cointegrado cuando cada elemento de la series sea $I(1)$ individualmente, pero además, si existen algunas combinaciones lineales de los elementos que sean $I(0)$.

Más adelante, en 1987 este autor propone en colaboración con Engle una definición más formal del concepto de cointegración:

Se señala que los componentes del vector $z_t = (x_t, y_t)$ cointegran de orden $(d-b)$ donde $d \geq b \geq 0$ y se denotan como:

$$z_t \sim CI(d,b)$$

Si:

- a) Todos los componentes de z_t son integrados de orden d y
- b) Existe un vector, $\alpha \neq 0$, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$ formado por la combinación lineal de las series x_t y y_t , tal que $\alpha_1 x_t + \alpha_2 y_t = w_t$ sea integrado de orden $(d-b)$, es decir, $w_t = \alpha^1 z_t \sim I(d-b), b > 0$

Al vector α , se le define como el vector de cointegración.²³

En estudios posteriores se propone conceder cierta flexibilidad a la definición anterior, permitiendo que algunos elementos del vector de las series de tiempo

²³ Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* 37, pp.424-438.

sean también $I(0)$, (Hatanaka, 1996). Esta especificación permite al vector de cointegración no tener nada que ver con la relación de largo plazo, indicando únicamente que algunas variables en el sistema son estacionarias.

Sin embargo, los casos más relevantes para el análisis empírico de cointegración se dan cuando las series transformadas por el vector de cointegración se vuelven estacionarias, es decir, cuando en la condición (b) de Engle y Granger se logra que $d=b$. Sólo en ese caso, los coeficientes que integran al vector de cointegración pueden ser identificados con los parámetros de una relación de largo plazo entre variables. Si esto se cumple, entonces se tiene que:

$$Z_t \cdot \alpha \sim CI(d, b)$$

Como puede observarse, en las relaciones de largo plazo entre dos variables, ambas deben estar integradas en el mismo orden para que el término de error sea estacionario, $I(0)$.

Por lo tanto, la estacionariedad es crucial en especial cuando se busca examinar modelos que incorporen un mecanismo de corrección de error. Sin embargo, cabe aclarar que el mecanismo de corrección de error no se utiliza en este análisis.

Siguiendo la definición de cointegración de Engle y Granger, ellos presentan un procedimiento directo para determinar si dos variables x_t y y_t son $I(1)$ y si existe cointegración de orden $CI(1,1)$, entre ellas. Este procedimiento se describe a continuación:

1. Determinar el orden de integración de las variables: Dado que la cointegración necesita que las variables estén integradas en el mismo orden, el primer paso consiste en probar individualmente el orden de integración de cada variable. Las pruebas Dickey-Fuller, Dickey-Fuller aumentada o la Phillips-Perron pueden utilizarse para determinar el número de raíces unitarias de cada variable.

Si una vez realizadas combinaciones lineales entre ellas se observara que las variables continúan con distintos órdenes de integración o son estacionarias, entonces la conclusión es que no están cointegradas.

2. Estimar la relación de equilibrio de largo plazo: Si se encontró que el orden de integración de las variables es $I(1)$, el siguiente paso es estimar la relación de equilibrio de largo plazo de la siguiente forma:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Z_t + e_t$$

En caso de que las variables cointegren, al efectuar una regresión con mínimos cuadrados ordinarios (MCO) arrojará un estimador “súper-consistente” de los

parámetros β_0 y β_1 . Para determinar si las variables cointegran o no, se analizan los residuales (ϵ_t). De manera tal que efectuando una autorregresión sobre los residuales estimados ($\hat{\epsilon}_t$) es posible determinar si éstos guardan una relación de largo plazo.

Si se encuentra que las desviaciones del equilibrio de largo plazo son estacionarias, entonces las variables x_t y y_t son cointegradas de orden CI (1, 1)

$$\Delta \hat{\epsilon}_t = a_1 \hat{\epsilon}_{t-1} + \epsilon_t$$

Dado que $\hat{\epsilon}_t$ representa los residuales estimados de una ecuación de regresión, no se requiere adicionar una constante, dado que el único parámetro de interés en este caso será a_1 . Al aceptar la hipótesis nula $|a_1| = 0$, se podrá concluir que los residuales contienen raíces unitarias. Por lo tanto, x_t y y_t no cointegran.

Por el contrario, rechazar la hipótesis nula implica que la secuencia de los residuales es estacionaria, y una vez demostrado que x_t y y_t son ambos $I(1)$; entonces ya puede concluirse que las series cointegran en el orden CI(1,1).

La metodología de Engle-Granger resulta práctica y sencilla por el hecho de que se concentra en una sola ecuación con una variable dependiente explicada por otras variables que inicialmente se asumen débilmente exógenas.

VI. METODOLOGIA

En esta investigación se pretende comprobar la existencia de la relación de cointegración entre el precio del maíz y el precio del petróleo mediante el desarrollo de la prueba de cointegración de Engle y Granger.

Una vez obtenidas las series mensuales, el manejo de estas se realiza con el programa E-views para lo cual se obtuvieron los logaritmos de cada una de ellas, ya que la transformación logarítmica de los datos hace irrelevante el tipo de unidades físicas de peso o volumen en que se expresan cada una de las series, es decir, si están dados en pesos/tonelada, dólares/bushel, o en cualquier otra medida. Además de que esta transformación induce estacionariedad y facilita la interpretación de los resultados.

En la metodología de Engle y Granger el primer paso consiste en identificar si la serie es estacionaria o no, se presenta de manera detallada el procedimiento que se siguió para la identificación de la estacionariedad de las series.

4.1 Procedimiento de Engle-Granger

4.1.1 Descripción de los datos

Las series de datos de maíz utilizadas en esta investigación se obtuvieron del United State Department of Agriculture (USDA) para el caso de los precios

internacionales y del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el caso de los precios nacionales.

Los datos del precio del petróleo nacional se obtuvieron del Instituto Mexicano de Petróleo (IMP) y los precios internacionales se obtuvieron de International Energy Agency (IEA).

Las series se manejan mensualmente y el tamaño de la muestra va de Junio 1996 a Enero de 2010.

Series originales (Level: en su forma original, sin transformación):

Pmaizmex = precio nacional del maíz

Pmaizmundo= precio internacional del maíz

Ppetroleomex= precio del petróleo mexicano (mezcla mexicana de exportación)

Pwti= precio internacional del petróleo (WTI)

Series transformadas en logarítmicas

lpmaizmex = logaritmo de la serie **pmaizmex**

lpmaizmundo= logaritmo de la serie **pmaizmundo**

lppetroleomex= logaritmo de la serie **ppetroleomex**

lpwti= logaritmo de la serie **pwti**

4.1.2 Determinar el orden de integración.

El orden de integración se refiere al número de veces que se debe diferenciar una serie de tiempo, es decir, calcular su primera diferencia para convertirla en una serie estacionaria.

4.1.2.1 Estacionariedad de una serie.

- Se dice que una serie de tiempo está integrada de orden d , escrita $I(d)$, si después de diferenciarla d veces se convierte en estacionaria.
- Las series que son estacionarias sin diferenciar se denominan $I(0)$, ruido blanco
- Si se calcula la primera diferencia de una serie y ésta se vuelve estacionaria, se dice entonces que la misma está integrada de orden $I(1)$, random walk.
- Si la integración se alcanza después de calcular la segunda diferencia, se dirá que la serie está integrada de orden 2, es decir $I(2)$
- Si una combinación lineal de 2 variables $I(1)$ genera errores $I(0)$, se dice que las 2 variables están cointegradas
- Si dos variables están integradas de diferentes órdenes, digamos que una es $I(1)$ y la otra de orden $I(2)$, no habrá cointegración

En este caso sólo tienen importancia las series integradas de orden **$I(1)$** .

4.1.3 Pruebas informales para identificar series No estacionarias

- **Representación gráfica de las series**

Se observa como las variables crecen (o pueden decrecer) constantemente en el tiempo. Este comportamiento es característico de series No estacionarias.

- **Correlograma**

En este caso las reglas de decisión son las siguientes:

Serie No Estacionaria: El correlograma empieza en un valor muy alto y decae muy lentamente hacia cero. De acuerdo con esto, nuestras series son no estacionarias

Serie Estacionaria: El correlograma decae rápidamente después del primer retardo

4.1.4 Pruebas Formales para identificar series No estacionarias

4.1.4.1 Estadístico de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

La prueba aumentada de Dickey-Fuller (ADF) es una versión de la prueba de (DF) para modelos de series de tiempo mucho más grandes y complicados.

La ADF es un número negativo. Mientras más negativo sea el estadístico ADF (con respecto a los valores críticos) más fuerte será el rechazo de la hipótesis nula sobre la existencia de una Raíz Unitaria o no estacionariedad

Use este estadístico cuando la prueba de DF no pueda corregir la correlación

serial en los residuos. El propósito de los retardos es asegurar que los residuos sean ruido blanco.

1. Planteamiento de hipótesis:

$H_0 : \delta = 0$ La Serie es no estacionaria : Tiene una raíz unitaria

$H_1 : \delta \neq 0$ La Serie es estacionaria

2. Estadísticos para la prueba

$t^* = \tau = ADF$ y los valores críticos de MacKinnon

3. Regla de decisión: Comparen el valor de **tau** con los valores críticos de MacKinnon

$\text{Si } |t^*| \leq |\text{valor crítico } DF| \Rightarrow \text{Rechace a } H_0. \text{ Serie estacionaria}$
 $\text{Si } |t^*| > |\text{valor crítico } DF| \Rightarrow \text{Acepte a } H_0. \text{ Serie No Estacionaria}$

4.1.5 Transformación de las Series en Primeras Diferencias

Se deben Inspeccionar las gráfica de las series y notar que las mismas se alejan y regresan a unos valores medio. Esos valores no son otros que la media y la varianza. Las series que exhiben este tipo de comportamiento se denominan series estacionarias.

Las Series parecen moverse no alrededor del tiempo sino alrededor de sus medias, varianzas y covarianzas, característica de las series estacionarias.

Posteriormente se realizan las pruebas formales para determinar la estacionariedad de las series, tal como se hizo con las series originales.

4.1.6 Especificar y estimar la relación funcional a Largo Plazo

Dado que las series resultaron ser integradas de orden $I(1)$ se procede a especificar y estimar la función a largo plazo:

$$lpmaizmex = \alpha_0 + \alpha_1 * lppetroleomex + u_t$$

Al concluir la estimación se deben guardar los residuos estimados a fin de determinar si existe o no cointegración.

4.1.7 Pruebas formales de cointegración en los residuos estimados

La metodología tradicional de la regresión es aplicable a las series de tiempo solo si los residuos estimados de la regresión son integrados de orden $I(0)$ o estacionarios.

$$\hat{U}_t = lpmaizmex - \alpha_0 - \alpha_1 * lppetroleomex$$

4.1.8 Prueba de Durbin-Watson sobre la regresión de cointegración (DWRC)

Planteamiento de hipótesis:

$H_0 : DW = 0$. Las variables no están cointegradas

$H_A : DW > 0$. Las variables están cointegradas

Regla de decisión:

Si $DW \leq 0.386 \Rightarrow$ No rechace a H_0 . Las Series no están cointegradas

Si $DW > 0.386 \Rightarrow$ Rechace a H_0 . Las Series están cointegradas

4.1.9 Mecanismo de Corrección de Errores (ECM)

Este mecanismo propuesto por Engle y Granger en 1987 tiene por finalidad ligar el comportamiento a corto plazo de las variables con el comportamiento a largo plazo de las mismas.

El mecanismo más simple de corrección de errores es:

$$\Delta \text{lpmaizmex} = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{lppetroleomex} + \alpha_2 * \hat{U}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Si ambas series están cointegradas, implica que hay una relación estable de equilibrio a largo plazo entre ellas; no obstante, en el corto plazo puede haber

desequilibrio. El término $\hat{U}_t$ en la regresión de cointegración se interpreta como el error de equilibrio y es este precisamente el que sirve para atar la conducta a corto plazo de la variable $lpmaizmex$ con su valor a largo plazo.

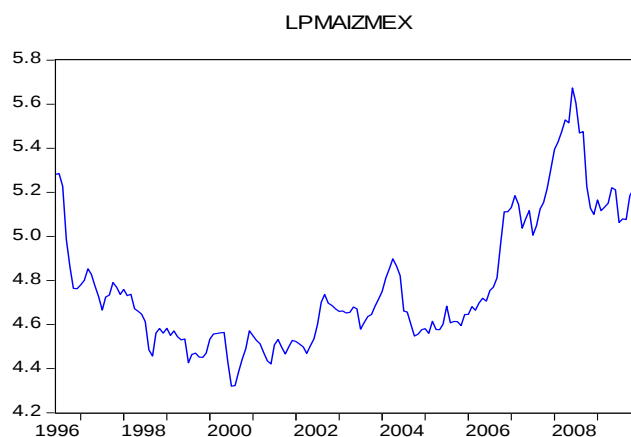
La cointegración de dos o más series cronológicas sugiere una relación de largo plazo entre ellas, mientras que el mecanismo de corrección de errores sólo indica la inclusión del residuo estacionario desfasado en el modelo de corto plazo, para conciliar el comportamiento de corto plazo con el equilibrio de largo plazo.

V.- RESULTADOS

Resultados gráficos

Después de haber realizado pruebas informales para identificar la estacionariedad de las series $lpmaizmex$, $lpmaizmundo$, $lppetroleomex$, $lpwti$, es decir, una representación gráfica de las mismas. Obsérvese en la figura 9 que la variable $lpmaizmex$ crece constantemente en el tiempo. Este comportamiento es característico de las series no estacionarias.

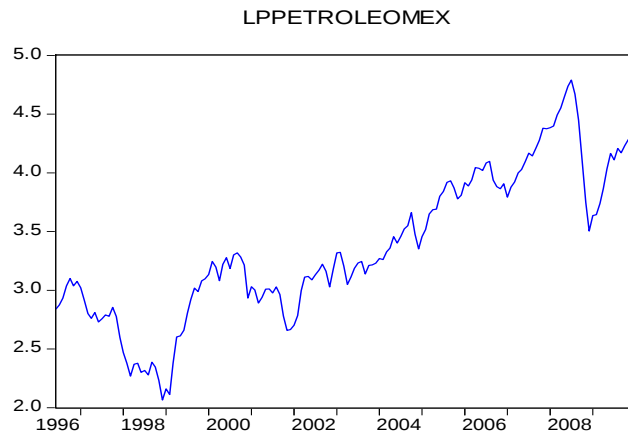
Figura No 9. Logaritmo del precio nacional del maíz



Fuente: Elaboración propia con base en E-Views

La serie del precio del petróleo presenta el mismo comportamiento y se concluye que la serie es no estacionaria.

Figura No 10. Logaritmo del precio nacional del petróleo



Fuente: Elaboración propia con base en E-Views

Este mismo comportamiento gráfico lo presentan las demás series analizadas (Ver anexos).

Pruebas de raíz unitaria

Para asegurarse de que la serie es no estacionaria se aplican las pruebas formales, estas son la prueba de Dickey-Fuller (DF) y Dickey- Fuller Aumentada, (ADF), habiendo realizado previamente el planteamiento de las hipótesis.

Ho: $\delta=0$ La serie es no estacionaria, tiene raíz unitaria.

Ha: $\delta \neq 0$ La serie es estacionaria

Para esto se utiliza el valor de $\tau = \text{tau} = \text{ADF}$ y los valores críticos de Mackinnon.

La regla de decisión es:

Si $|\tau| \leq |\text{valor crítico DF}| \rightarrow \text{Rechace } H_0. \text{ Serie estacionaria}$

Si $|\tau| > |\text{valor crítico DF}| \rightarrow \text{Acepte a } H_0. \text{ Serie no estacionaria.}$

Recordando que el estadístico Dickey Fuller (ADF o τ) es la prueba estándar de estacionariedad.

Los resultados de la prueba ADF aplicadas a cada una de las series se presentan a continuación:

Cuadro No 7. Resultados de las pruebas de raíz unitaria de las series

Variable	Estadístico ADF	Serie
Lpmaizmex	-1.930423	No estacionaria
Lpmaizmudo	-2.527451	No estacionaria
Lppetroleomex	-1.198949	No estacionaria
Lpwti	-1.072227	No estacionaria

Fuente: Elaboración propia con base en E-views.

Nota: Los valores de Mackinnon para rechazar la hipótesis de raíz unitaria son al 5%. (-2.879267)

Se observa que el valor absoluto del τ (-1.930423) es menor al valor critico de Mackinnon al 5 % (-2.879267), por lo cual no se rechaza la H_0 y se concluye que la serie lpmaizmex es no estacionaria.

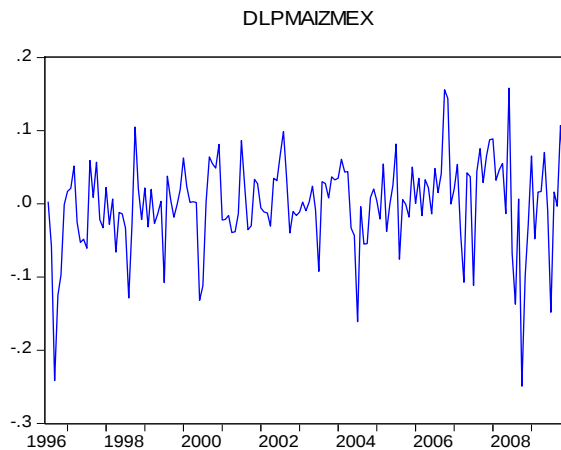
Al realizar la prueba de ADF para la serie lppetroleumex, se compara el valor de τ (-1.198949) con el valor de valor crítico de Mackinnon al 5% (- 2.879267) y resulta menor, por lo que se concluye que la serie es no estacionaria. Analizando el resto de las series objeto de estudio se concluye que éstas son no estacionarias.

Orden de integración de las series

Una vez detectada la estacionariedad de las series, se procede a identificar cual es su orden de integración, esto se refiere al número de veces que una serie tiene que ser diferenciada para convertir a la serie en estacionaria.

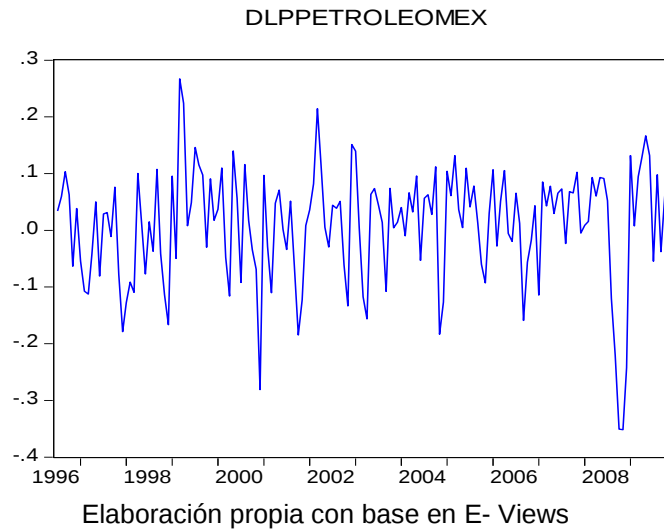
Ya diferenciadas las series lpmaizmex y lppetroleumex, se analiza su comportamiento grafico en las figuras 11 y 12 donde puede notarse que las mismas se alejan y regresan a unos valores medios; que son la media y la varianza. Las series que exhiben este tipo de comportamiento se denominan series estacionarias.

Figura No 11. Serie lpmaizmex diferenciada



Fuente: Elaboración propia con base en E-Views

Figura No 12. Serie lppetroleomex diferenciada



Una vez más se realiza la prueba de la raíz unitaria para cada una de las series de estudio. Para la serie del logaritmo del precio nacional del maíz se obtiene la salida de la prueba ADF y se observa lo siguiente: El valor absoluto de τ (-9.405817) es mayor en términos absolutos al valor del criterio de Mackinnon con un 5% de significancia de -2.879267 lo que indica que se debe de rechazar la H_0 y aceptar la H_a , por lo que la serie se considera estacionaria e integrada de orden I (1).

En cuanto a la serie del petróleo nacional se observa que el valor de τ (-8.772208), es mayor al valor crítico de Mackinnon al 5% (-2.879267), por lo que ahora la serie es estacionaria.

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de la prueba de la raíz unitaria para todas las series una vez diferenciadas:

Cuadro No 8. Orden de integración de las series

Variable	Estadístico ADF	Serie	Orden de integración
Dlpmaizmex	-9.405817	Estacionaria	I (1)
Dlpmaizmundo	-9.877489	Estacionaria	I (1)
Dlppetroleomex	-8.772208	Estacionaria	I (1)
Dpwti	-9.725273	Estacionaria	I (1)

Fuente: Elaboración propia con datos de las salidas de las pruebas ADF. Valor del crítico de Mackinnon al 10 % de nivel de significancia (-2.879267)

Residuos estimados

Si una combinación lineal de dos variables de orden de integración I(1) genera errores de orden de integración I(0), entonces se dice que las dos variables están cointegradas, por lo cual se realiza la regresión con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios para continuar con la metodología de Engle y Granger , de donde se obtienen los residuos de la regresión, de los cuales se obtiene la prueba de raíz unitaria, para conocer su orden de integración y de resultar con un orden de integración cero I (0) , se concluye que las series están cointegradas lo que implicará que existe una relación de equilibrio en el largo plazo para las series y se estará en posibilidad de calcular el método de corrección de errores.

Entonces, dado que las series resultaron ser integradas de orden $I(1)$ se procede a especificar y estimar las funciones de largo plazo:

$$lpmaizmex = 0.191385 + 0.984808lpmaizmando$$

(75.79908)

$$lpmaizmando = 3.600733 + 0.294844lpwti$$

(8.936527)

$$lpmaizmex = 3.695888 + 0.322053*lppeleomex$$

(11.63531)

El termino error estimado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) en el largo plazo se utiliza para construir el Modelo de Corrección de Errores (MCE).

El mecanismo de corrección de error se usa para corregir el desequilibrio a corto plazo, ya que hay una relación de equilibrio en el largo plazo cuando las series están cointegradas, sin embargo, el termino error en la ecuación del MCE se interpreta como el error de equilibrio y es este el que ayuda a relacionar la conducta de corto plazo de la variable dependiente.

El mecanismo más simple de la corrección de errores es:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta X_t + \alpha_2 \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde:

ΔY_t es la primer diferencia de la variable precio nacional del maíz.

ΔX_t es la primer diferencia de la variable precio nacional del petróleo.

$\hat{u}_{t-1}$ es el primer retardo de los residuos. Es el mecanismo de corrección de error y se usa para corregir el desequilibrio a corto plazo.

α_2 es el parámetro de ajuste a corto plazo. La significación estadística indica la proporción del desequilibrio en Y_t , que es corregido en el siguiente periodo.

Mientras más cerca este α_2 de 1, más rápido será el ajuste.

El siguiente paso entonces, es calcular el orden de integración de los residuos del modelo estimado, esto con la finalidad de detectar cointegración entre las series, ya que es sabido que una combinación lineal de dos variables $I(1)$ que genera errores con $I(0)$, está cointegrada.

La prueba de la raíz unitaria (ADF) se hace sin intercepto o tendencia, debido a que el error debe tener media igual a cero, ya que no se espera que el mismo tenga una tendencia determinista.

Una vez que se ha detectado que los errores son $I(0)$, entonces se procede a estimar el modelo de corrección de errores (MCE) y por último plantear el modelo final.

Se presenta a continuación el cuadro donde se muestra el resumen de los errores de la combinación lineal con la finalidad de detectar cual es su orden de integración, para poder concluir en cuales de las series existe cointegración.

Cuadro No 9. Orden de integración de los residuos de las series con orden de integración $I(1)$

Variable	Orden de Integración	Variable	ADF	Orden de integración	
dlpmaizmex	$I(1)$	Dlpmaizmundo	-4.88937	$I(0)$	Existe cointegración
dlpmaizmundo	$I(1)$	Dlpwti	-3.7961	$I(0)$	Existe cointegración
dlpmaizmex	$I(1)$	Dlppetroleomex	-3.60801	$I(0)$	Existe cointegración

Valor crítico de Mackinnon al 5 % (-1.942793)

Fuente: Elaboración propia

Modelo de Corrección de Errores

Para estas series se procedió a armar el modelo de corrección de errores (MCE). Este mecanismo propuesto originalmente por Engle y Granger en el año 1987 tiene por finalidad fijar el comportamiento a corto plazo de las variables con el comportamiento a largo plazo de las mismas.

Para calcular el Modelo de Corrección de Errores debemos tener presente que se desarrollaron algunos pasos previos como el cálculo de las primeras diferencias de las series y el cálculo del primer retardo de las serie de los residuos estimados (RRES).

El modelo se estima calculando las siguientes ecuaciones con MCO:

$$dlpmaizmex = \alpha_0 + \alpha_1 * dlpmaizmando + \alpha_2 * u_{t-1}$$

$$dlpmaizmando = \alpha_0 + \alpha_1 * dlpwti + \alpha_2 * u_{t-1}$$

$$dlpmaizmex = \alpha_0 + \alpha_1 * dlppetroleomex + \alpha_2 * u_{t-1}$$

A continuación se presentan las ecuaciones estimadas en primeras diferencias para las series que presentan cointegración.

Cuadro No 10. Resultados de la estimación del modelo de corrección de errores (MCE)

Variable	A_0	α_1	α_2	R^2
Dlpmaizmex & dlpmaizmando	0.000325	0.754241 -23.24446	-0.150469 (-3.082666)	0.777599
Dlpmaizmando & dlpwti	-0.002348	0.132205 -2.109178	-0.073709 (-3.218846)	0.086047
Dlpmaizmex & dlppetroleomex	-0.001215	0.072149 -1.551455	-0.072444 (-3.437341)	0.081768

Fuente: Elaboración propia con E-views.

Nota: los datos entre paréntesis son del estadístico t obtenidos del MCO para cada uno de los modelos.

Las ecuaciones de las series que cointegran son de la siguiente manera:

$$\text{DLPMAIZMEX} = 0.000325 + 0.754241 \cdot \text{DLPMAIZMUNDO} - 0.150469 \cdot u_{t-1}$$

$$\text{DLPMAIZMUNDO} = -0.002348 + 0.132205 \cdot \text{DLPWTI} - 0.073709 \cdot u_{t-1}$$

$$\text{DLPMAIZMEX} = -0.001215 + 0.072149 \cdot \text{DLPPETROLEOMEX} - 0.0722444 \cdot u_{t-1}$$

El término u_{t-1} es el mecanismo de corrección de error (MCE). Nótese que el mismo presenta un signo negativo en todos los casos el cual se considera correcto.

El signo negativo actúa para reducir el desequilibrio en el próximo periodo, mensualmente, en este caso. En efecto, si las variables están en desequilibrio en el periodo $t-1$, entonces el MCE actúa para restaurar las variables gradualmente hacia el equilibrio en el periodo t , o en el futuro.

Para el primer ejercicio se observa que la desviación del precio nacional del maíz respecto a su nivel de equilibrio de largo plazo se corrige en un 15%.

La desviación del precio internacional del maíz respecto a su nivel de equilibrio de largo plazo se corrige en un 7.3 %.

En el siguiente ejercicio se aprecia que la desviación del precio nacional del maíz a su nivel de equilibrio de largo plazo se corrige en un 7.2%.

Como las series de los precios se utilizan en forma logarítmica, el β se puede interpretar como la elasticidad de ajuste en el largo plazo. Así, un β de 0.75 significa que cuando el precio internacional sube en 1%, el precio doméstico sube en 0.75%. Ante un incremento del 1% del precio internacional del petróleo, el precio internacional del maíz sube en 0.13%. al incrementar el precio del petróleo mexicano en 1%, el precio doméstico del maíz incrementa en 0.07%.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo que mejor se ajusta para explicar el comportamiento del precio nacional del maíz es el siguiente:

$$DLPMAIZMEX = 0.000325 + 0.754241 * DLPMAIZMUNDO - 0.150469 * u_{t-1}$$

Que presenta una R^2 de 0.777599 recordando que el coeficiente R^2 permite evaluar en cierta medida la bondad del ajuste ya que representa el porcentaje de variabilidad de la endógena recogido por el modelo. No conviene caer en la tentación de calificar un modelo a priori sólo por el valor de su R^2 , aunque este es un buen punto de partida, y también presenta un estadístico t de 23.24446, lo que nos indica la relevancia de la variable explicativa.

Entonces la variable que más explica el comportamiento del precio doméstico del maíz es el de el precio internacional del mismo , ya que la relación que guardan es directa y muy grande, es casi uno a uno, es decir, si incrementa el precio nacional del maíz en un dólar, el precio nacional del mismo incrementa en 0.75 dólares.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la construcción del modelo, así como en las pruebas de ajuste estadístico y revisión de los supuestos, se puede concluir que los precios del petróleo pareciera que no explican o no tienen tanta incidencia en la determinación del precio nacional del maíz, tal como se planteó en un principio.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se comprobó el efecto de los precios internacionales del maíz sobre el precio nacional del mismo, el del precio internacional del petróleo sobre el precio internacional del maíz y el precio nacional del petróleo sobre el precio nacional del maíz y se estableció la relación existente entre estas variables a largo plazo mediante tres ecuaciones de regresión con tres variables temporales no estacionarias. Esto mediante la aplicación del enfoque de Engle-Granger para verificar la existencia de cointegración o relación a largo plazo entre las variables objeto de estudio.

Una vez comprobado que todas las variables son integradas de orden uno I (1), se procedió a aplicar la prueba de Engle-Granger y se obtuvo una relación de cointegración para cada modelo, por lo que se puede afirmar que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables del precio mundial y nacional del grano y se van ajustando en un 15%

También se muestra una relación de cointegración entre el precio doméstico del maíz y el precio de la mezcla mexicana de petróleo, asimismo, entre el precio internacional del grano y el precio internacional del hidrocarburo. Por lo tanto podemos aseverar que existe una relación de equilibrio de largo plazo entre el precio del maíz y el precio del petróleo y que se van ajustando en un 7.2 y 7.3 % respectivamente.

Como las series de los precios se utilizan en forma logarítmica, el β se puede interpretar como la elasticidad de ajuste en el largo plazo. Así, para el modelo elegido, un β de 0.75 significa que cuando el precio internacional del maíz sube en 1%, el precio doméstico sube en 0.75%, es decir, cuando el precio internacional se incrementa en un dólar, el precio nacional del grano sube en 0.75 dólares.

Se concluye entonces que el modelo que mejor se ajusta para explicar el comportamiento de los precios nacionales del maíz, es el del precio internacional del mismo. Ya que el precio internacional del maíz es la variable que más influye en el comportamiento del precio nacional del maíz. Lo que indica que el mercado externo tiene influencia sobre el nivel de los precios nacionales.

Mientras que por otra parte, se concluye que los precios del petróleo no influyen de manera significativa en el precio nacional del maíz, ya que sus elasticidades son muy pequeñas, siendo estas de 0.13 para el precio del petróleo internacional y 0.072 del precio de la mezcla mexicana.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una prueba de Causalidad de Granger, que es un test consistente en comprobar si los resultados de una variable sirven para predecir a otra variable, si tiene carácter unidireccional o bidireccional. Para ello se tiene que comparar y deducir si el comportamiento actual y el pasado de una serie temporal X predice la conducta de una serie temporal Y. Si ocurre el hecho, se dice que “el resultado X” causa en el sentido de Wiener-Granger “el resultado Y”; el comportamiento es unidireccional. Si sucede lo explicado e igualmente “el resultado Y” predice “el resultado X”, el comportamiento es bidireccional, entonces “el resultado X” causa “el resultado Y”, y “el resultado Y” causa “el resultado X”.

También se recomienda plantear otro procedimiento alternativo al Engle-Granger, por ejemplo, el método de Johansen, esto debido a que el método Engle-Granger permite establecer relaciones de equilibrio entre dos variables únicamente; en tanto el de Johansen permite el análisis de cointegración entre más de dos variables, lo que permitiría plantear un modelo multivariado.

BIBLIOGRAFIA

Anchuelo, A. (1993): "Series integradas y cointegradas: Una introducción", Revista de Economía Aplicada, Número 1, vol. 1, págs. 151-164.

Ariel Castellano Roberto. Situación del mercado internacional del petróleo. Comisión Nacional de Energía Atómica. Boletín energético número 14.

British Petroleum (BP)

British Petroleum, Statistical Review of the World Energy January 2010.

Cámara de Diputados; El Sistema de cuotas y subsidios para el maíz blanco y el frijol en el marco del TLCAN y su efecto en las relaciones comerciales de los países signatarios, julio 2005.

Ceballos Pérez, S.G.:(2010) Comercio exterior, producción y determinación de precios del maíz en México: implicaciones y propuestas para mejorar la competencia, Edición electrónica. www.eumed.net/libros/2010b/682/.

Centro de Investigación para el Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

Charemza y Deadman (1993). "New directions in econometric practice". General to specific modeling, cointegration and vector autorregresion. University Press, Cambridge.

Chicago Mercantile Exchange (CME)

Clive Granger, (1981) "Some Properties of Time Series Data and Their Use in Econometric Model Specification", Journal of Econometrics 16: 121-130.

CME (Chicago Mercantile Exchange), 2009.

Dickey and W.A. Fuller (1981), Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. Econometrica, 49, 1057-1071.

Engle, R. Y Granger, C. (1990): Cointegración y corrección de error: Representación, estimación y contraste. Cuadernos Económicos. ICE, n° 44, pp. 53-82.

Engle, Robert, y C. W J. Granger. (1987) "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", en Econometrica, Volumen 55, , pp. 251-276.

Engler, A. y L. Nahuelhual. 2006. Respuesta del precio del trigo chileno a los cambios en el mercado internacional: Un análisis de cointegración. Ciencia e Investigación Agraria 33(3):247-256.

FAO. Sala de prensa. "Los precios de los productos básicos agrícolas permanecerán altos". Septiembre del 2008.

Fontaine, Ernesto. 1990. Teoría de los precios. Ediciones Universidad Católica. Segunda Edición.

Granger, C., y P. Newbold (1974): "Spurious Regression in Econometrics," Journal of Econometrics, 2, 111-120.

Granger, C.W J., "Some Properties of Time Series Data and their Use in Econometric Model Specification", en Journal of Econometrics, nUm. 16, 1981, pp. 121-130.

Granger, C.W.J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. Econometrica 37, pp.424-438.

Hatanaka, (1996). "Time series based econometrics". Oxford University Press. Internacional Energy Agency (IEA), Key World Energy Statistics. Año 2010. Edición electrónica.

Lombera Martínez Manuel. EL UNIVERSAL, Lunes 04 de Agosto de 2008.
manuel.lombera@eluniversal.com.mx

Maddala (1992). "Unit roots, cointegration and structural change". Cambridge University Press.

Maddala, Gangadharrao. (1996). Introducción a la Econometría. Editorial Prentice Hall. Segunda Edición.

Phillips y Perron (1988). "Testing for a unit root in time series regression". Biometrika 75. 335-346.

Reyes Guzmán, Gerardo. Petróleo y alimentos. Economía UNAM. Volumen 5. Número 15.

SIAP Sistema de Información Comercial de México (SIC-M), SE.

Statistical Review of the World Energy January 2010, Pág. 11. Edición electrónica.

ANEXOS

PRECIOS MAIZ Y PETRÓLEO

VARIABLE MES/AÑO	PROMEDIO MENSUAL INTERNACIONALES MAIZ	PROMEDIO MENSUAL NACIONALES MAIZ	PROMEDIO MENSUAL WTI	PROMEDIO MENSUAL PETRÓLEO MEZCLA MEXICANA
Jun-96	184.61	196.79	20.42	17.12
Jul-96	198.92	197.36	21.3	17.71
Ago-96	143.31	186.28	21.9	18.80
Sep-96	135.20	146.31	23.97	20.85
Oct-96	112.07	129.13	24.88	22.20
Nov-96	105.61	117.19	23.71	20.84
Dic-96	104.05	117.08	25.23	21.66
Ene-97	105.52	119.09	25.13	20.52
Feb-97	110.34	121.65	22.18	18.43
Mar-97	119.25	128.11	20.97	16.47
Abr-97	117.83	124.91	19.7	15.80
May-97	111.33	118.50	20.82	16.61
Jun-97	104.79	112.91	19.26	15.32
Jul-97	100.33	106.25	19.66	15.77
Ago-97	103.37	112.74	19.95	16.27
Sep-97	104.02	113.73	19.8	16.09
Oct-97	110.65	120.40	21.33	17.36
Nov-97	108.70	117.88	20.19	16.06
Dic-97	104.68	114.10	18.33	13.43
Ene-98	106.61	116.68	16.72	11.82
Feb-98	105.82	113.44	16.06	10.79
Mar-98	104.77	114.19	15.12	9.67
Abr-98	97.97	106.91	15.35	10.69
May-98	95.68	105.68	14.91	10.79
Jun-98	95.33	104.24	13.72	9.99
Jul-98	90.69	100.84	14.17	10.14
Ago-98	81.58	88.68	13.47	9.77

Sep-98	78.66	86.26	15.03	10.88
Oct-98	86.09	95.80	14.46	10.44
Nov-98	86.20	97.76	13	9.32
Dic-98	84.86	95.68	11.35	7.89
Ene-99	85.34	97.78	12.51	8.68
Feb-99	84.48	94.76	12.01	8.26
Mar-99	86.55	96.66	14.68	10.79
Abr-99	85.81	94.11	17.31	13.50
May-99	85.78	92.84	17.72	13.61
Jun-99	85.59	93.16	17.92	14.29
Jul-99	75.58	83.65	20.1	16.54
Ago-99	84.08	86.88	21.28	18.56
Sep-99	81.29	87.41	23.8	20.46
Oct-99	79.23	85.82	22.69	19.86
Nov-99	77.01	85.74	25	21.75
Dic-99	76.38	87.42	26.1	22.14
Ene-00	84.84	93.08	27.26	22.98
Feb-00	86.48	95.33	29.37	25.65
Mar-00	89.54	95.53	29.84	24.46
Abr-00	89.55	95.81	25.72	21.78
May-00	92.82	95.97	28.79	25.05
Jun-00	81.85	84.12	31.82	26.50
Jul-00	71.61	75.21	29.7	24.17
Ago-00	70.19	75.39	31.26	27.14
Sep-00	73.06	80.38	33.88	27.60
Oct-00	78.79	84.91	33.11	26.67
Nov-00	82.42	89.16	34.42	24.90
Dic-00	84.13	96.71	28.44	18.80
Ene-01	85.16	94.58	29.59	20.71
Feb-01	83.19	92.60	29.61	20.12
Mar-01	83.13	91.15	27.24	18.02

Abr-01	80.94	87.64	27.49	18.90
May-01	77.22	84.36	28.63	20.29
Jun-01	75.87	83.23	27.6	20.32
Jul-01	83.70	90.74	26.42	19.64
Ago-01	85.42	92.98	27.37	20.68
Sep-01	84.17	89.74	26.2	19.39
Oct-01	80.14	87.09	22.17	16.12
Nov-01	80.12	90.06	19.64	14.26
Dic-01	81.18	92.59	19.39	14.38
Ene-02	81.40	92.07	19.71	14.91
Feb-02	80.54	91.05	20.72	16.18
Mar-02	80.16	89.93	24.53	20.05
Abr-02	78.25	87.24	26.18	22.48
May-02	80.96	90.34	27.04	22.60
Jun-02	83.45	93.25	25.52	21.94
Jul-02	91.54	99.69	26.97	22.93
Ago-02	102.12	110.04	28.39	23.84
Sep-02	105.40	114.09	29.66	25.09
Oct-02	99.37	109.65	28.84	23.61
Nov-02	95.55	108.50	26.35	20.66
Dic-02	94.09	106.80	29.46	24.03
Ene-03	92.84	105.61	32.95	27.63
Feb-03	93.02	105.87	35.83	27.75
Mar-03	91.84	104.88	33.51	24.68
Abr-03	93.90	105.16	28.17	21.11
May-03	96.38	107.73	28.11	22.49
Jun-03	94.26	106.84	30.66	24.21
Jul-03	83.60	97.43	30.75	25.32
Ago-03	86.77	100.42	31.57	25.67
Sep-03	91.10	103.26	28.31	23.05
Oct-03	88.80	104.09	30.34	24.82

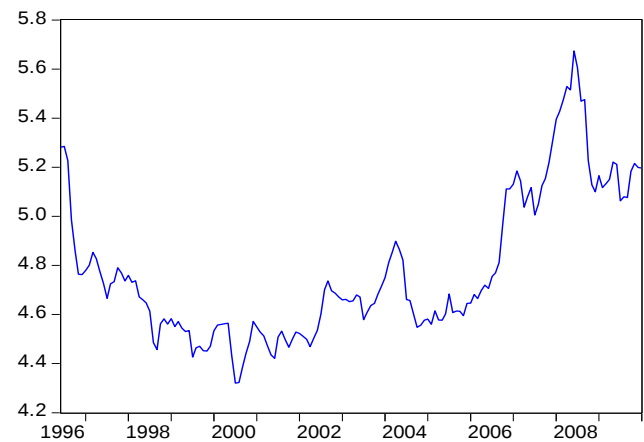
Nov-03	93.31	108.00	31.11	24.93
Dic-03	97.54	111.60	32.13	25.29
Ene-04	105.00	115.58	34.31	26.33
Feb-04	111.40	122.84	34.68	26.08
Mar-04	120.18	128.29	36.74	27.86
Abr-04	124.23	134.05	36.75	28.78
May-04	118.95	129.71	40.28	31.68
Jun-04	112.68	124.23	38.03	30.04
Jul-04	93.46	105.76	40.78	31.79
Ago-04	88.50	105.34	44.9	33.85
Sep-04	85.83	99.72	45.94	34.81
Oct-04	80.70	94.43	53.28	38.93
Nov-04	78.32	95.24	48.47	32.41
Dic-04	80.72	97.20	43.15	28.56
Ene-05	78.79	97.64	46.84	31.69
Feb-05	78.87	95.64	48.15	33.69
Mar-05	85.55	101.00	54.19	38.43
Abr-05	81.84	97.25	52.98	39.86
May-05	83.45	97.21	49.83	40.05
Jun-05	87.33	99.70	56.35	44.68
Jul-05	94.52	108.20	59	46.56
Ago-05	84.71	100.32	64.99	50.34
Sep-05	82.63	100.90	65.59	50.97
Oct-05	79.55	100.82	62.26	48.01
Nov-05	75.98	99.02	58.32	43.76
Dic-05	82.00	104.12	59.41	45.09
Ene-06	84.01	104.18	65.49	50.18
Feb-06	87.78	107.89	61.63	48.80
Mar-06	89.71	106.18	62.69	51.37
Abr-06	93.69	109.73	69.44	57.09
May-06	98.40	112.16	70.84	56.77

Jun-06	93.75	110.64	70.95	55.67
Jul-06	97.84	116.13	74.41	59.43
Ago-06	90.46	117.92	73.04	60.15
Sep-06	97.84	122.92	63.8	51.31
Oct-06	119.39	143.67	58.89	48.51
Nov-06	140.08	165.93	59.08	47.66
Dic-06	148.16	165.91	61.96	49.77
Ene-07	153.88	169.25	54.51	44.40
Feb-07	161.89	178.65	59.28	48.35
Mar-07	160.09	171.45	60.44	50.47
Abr-07	142.34	154.05	63.98	54.55
May-07	147.38	160.73	63.45	56.19
Jun-07	149.98	166.80	67.49	60.00
Jul-07	129.74	149.22	74.12	64.54
Ago-07	130.26	155.92	72.36	63.04
Sep-07	141.18	168.14	79.91	67.49
Oct-07	140.88	173.08	85.8	72.08
Nov-07	150.21	184.67	94.77	79.84
Dic-07	170.24	201.58	91.69	79.46
Ene-08	192.34	220.33	92.97	80.15
Feb-08	203.17	227.54	95.39	81.40
Mar-08	217.77	238.34	105.45	89.35
Abr-08	233.60	251.83	112.58	94.90
May-08	237.39	248.49	125.4	104.18
Jun-08	275.14	291.10	133.88	114.15
Jul-08	254.39	272.11	133.37	120.25
Ago-08	216.26	237.22	116.67	106.64
Sep-08	215.07	238.79	104.11	85.57
Oct-08	162.44	186.12	76.61	60.27
Nov-08	147.16	168.67	57.31	42.40
Dic-08	145.41	163.98	41.12	33.27

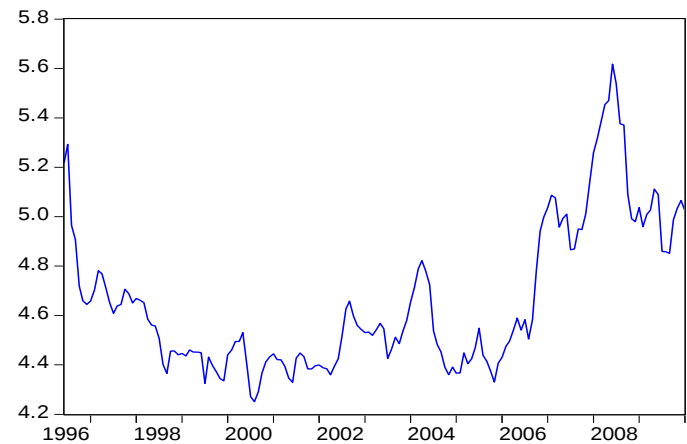
Ene-09	153.92	175.08	41.68	37.95
Feb-09	142.47	166.90	39.09	38.24
Mar-09	149.79	169.60	47.94	42.03
Abr-09	152.44	172.50	49.66	47.77
May-09	165.97	185.05	59.05	56.42
Jun-09	162.38	183.42	69.74	64.36
Jul-09	128.94	158.16	64.15	60.95
Ago-09	128.79	160.72	71.04	67.21
Sep-09	127.97	160.20	69.41	64.73
Oct-09	146.56	178.29	75.72	68.87
Nov-09	153.51	184.14	77.99	72.44
Dic-09	158.44	181.08	74.47	69.80
Ene-10	151.91	180.69	78.33	72.22

GRAFICAS DE LAS SERIES ORIGINALES

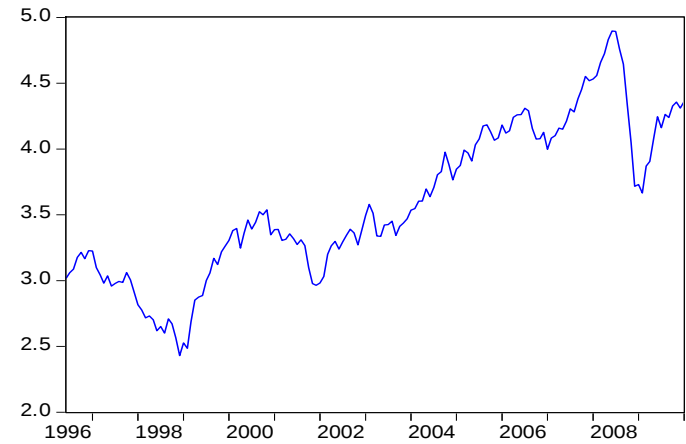
LPMAIZMEX



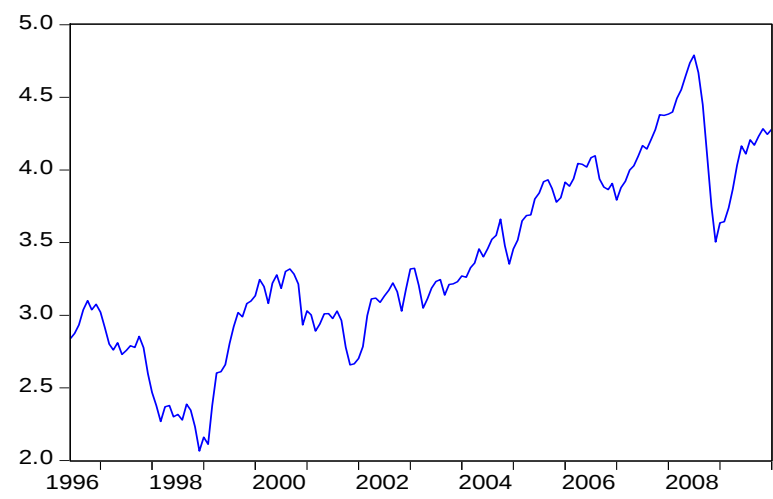
LPMAIZMUNDO



LPWTI



LPPETROLEOMEX



PRUEBAS DE RAIZ UNITARIA

Precio del maíz

Null Hypothesis: LPMAIZMEX has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.930423	0.3177
Test critical values:	1% level	-3.470934	
	5% level	-2.879267	
	10% level	-2.576301	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPMAIZMEX)

Method: Least Squares

Date: 09/03/10 Time: 11:51

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPMAIZMEX(-1)	-0.030307	0.015700	-1.930423	0.0553
D(LPMAIZMEX(-1))	0.301127	0.075385	3.994539	0.0001
C	0.144256	0.075076	1.921472	0.0565
R-squared	0.103886	Mean dependent var		-0.000545
Adjusted R-squared	0.092614	S.D. dependent var		0.061781
S.E. of regresión	0.058850	Akaike info criterion		-2.809295
Sum squared resid	0.550674	Schwarz criterion		-2.752117
Log likelihood	230.5529	Hannan-Quinn criter.		-2.786080
F-statistic	9.216368	Durbin-Watson stat		2.008777
Prob(F-statistic)	0.000163			

Precio nacional del maíz

Null Hypothesis: LPMAIZMEX has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.930423	0.3177
Test critical values:		
1% level	-3.470934	
5% level	-2.879267	
10% level	-2.576301	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPMAIZMEX)

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 18:40

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPMAIZMEX(-1)	-0.030307	0.015700	-1.930423	0.0553
D(LPMAIZMEX(-1))	0.301127	0.075385	3.994539	0.0001
C	0.144256	0.075076	1.921472	0.0565
R-squared	0.103886	Mean dependent var		-0.000545
Adjusted R-squared	0.092614	S.D. dependent var		0.061781
S.E. of regresión	0.058850	Akaike info criterion		-2.809295
Sum squared resid	0.550674	Schwarz criterion		-2.752117
Log likelihood	230.5529	Hannan-Quinn criter.		-2.786080
F-statistic	9.216368	Durbin-Watson stat		2.008777
Prob(F-statistic)	0.000163			

Precio internacional del Petróleo

Null Hypothesis: LPWTI has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.072227	0.7261
Test critical values:	1% level	-3.470934	
	5% level	-2.879267	
	10% level	-2.576301	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPWTI)

Method: Least Squares

Date: 09/03/10 Time: 11:53

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPWTI(-1)	-0.012703	0.011847	-1.072227	0.2852
D(LPWTI(-1))	0.264127	0.076703	3.443497	0.0007
C	0.051453	0.042958	1.197767	0.2328
R-squared	0.072580	Mean dependent var		0.008038
Adjusted R-squared	0.060914	S.D. dependent var		0.090047
S.E. of regresión	0.087261	Akaike info criterion		-2.021482
Sum squared resid	1.210702	Schwarz criterion		-1.964304
Log likelihood	166.7400	Hannan-Quinn criter.		-1.998267
F-statistic	6.221681	Durbin-Watson stat		2.068272
Prob(F-statistic)	0.002503			

Precio de la mezcla mexicana del petróleo

Null Hypothesis: LPPETROLEOMEX has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.198949	0.6745
Test critical values:	1% level	-3.470934	
	5% level	-2.879267	
	10% level	-2.576301	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LPPETROLEOMEX)

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 18:43

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LPPETROLEOMEX(-1)	-0.014344	0.011964	-1.198949	0.2323
D(LPPETROLEOMEX(-1))	0.359986	0.074365	4.840792	0.0000
C	0.053735	0.040802	1.316950	0.1898

R-squared	0.130697	Mean dependent var	0.008676
Adjusted R-squared	0.119762	S.D. dependent var	0.100624
S.E. of regresión	0.094406	Akaike info criterion	-1.864071
Sum squared resid	1.417098	Schwarz criterion	-1.806893
Log likelihood	153.9898	Hannan-Quinn criter.	-1.840856
F-statistic	11.95258	Durbin-Watson stat	1.987689
Prob(F-statistic)	0.000015		

RELACION DE LARGO PLAZO

Modelo del Precio internacional del maíz y Precio internacional del petróleo

Dependent Variable: LPMAIZMUNDO

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 20:55

Sample: 1996M06 2010M01

Included observations: 164

LPMAIZMUNDO=C(1)+C(2)*LPWTI

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	3.600733	0.119834	30.04758	0.0000
C(2)	0.294844	0.032993	8.936527	0.0000
R-squared	0.330195	Mean dependent var		4.657781
Adjusted R-squared	0.326061	S.D. dependent var		0.299732
S.E. of regresión	0.246062	Akaike info criterion		0.045651
Sum squared resid	9.808511	Schwarz criterion		0.083455
Log likelihood	-1.743409	Hannan-Quinn criter.		0.060998
F-statistic	79.86152	Durbin-Watson stat		0.092716
Prob(F-statistic)	0.000000			

Modelo del Precio nacional de maíz y el Precio de la mezcla mexicana de petróleo

Dependent Variable: LPMAIZMEX

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 19:12

Sample: 1996M06 2010M01

Included observations: 164

LPMAIZMEX=C(1)+C(2)*LPPETROLEOMEX

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	3.695888	0.094633	39.05506	0.0000
C(2)	0.322053	0.027679	11.63531	0.0000
R-squared	0.455243	Mean dependent var		4.778406
Adjusted R-squared	0.451881	S.D. dependent var		0.299311
S.E. of regresión	0.221595	Akaike info criterion		-0.163807
Sum squared resid	7.954932	Schwarz criterion		-0.126004
Log likelihood	15.43218	Hannan-Quinn criter.		-0.148460
F-statistic	135.3805	Durbin-Watson stat		0.089168
Prob(F-statistic)	0.000000			

Modelo del Precio nacional del maíz y Precio internacional del grano

Dependent Variable: LPMAIZMEX

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 12:32

Sample: 1996M06 2010M01

Included observations: 164

LPMAIZMEX=C(1)+C(2) *LPMAIZMUNDO

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.191385	0.060640	3.156094	0.0019
C(2)	0.984808	0.012992	75.79908	0.0000
R-squared	0.972577	Mean dependent var		4.778406
Adjusted R-squared	0.972408	S.D. dependent var		0.299311
S.E. of regresión	0.049718	Akaike info criterion		-3.152773
Sum squared resid	0.400447	Schwarz criterion		-3.114969
Log likelihood	260.5274	Hannan-Quinn criter.		-3.137426
F-statistic	5745.501	Durbin-Watson stat		0.515403
Prob(F-statistic)	0.000000			

RESIDUOS ESTIMADOS

Precio internacional del maíz & Precio internacional del petróleo

Null Hypothesis: RES has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.796101	0.0002
Test critical values:	1% level	-2.579315	
	5% level	-1.942805	
	10% level	-1.615400	

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RES)

Method: Least Squares

Date: 08/30/10 Time: 21:22

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RES(-1)	-0.087451	0.023037	-3.796101	0.0002
D(RES(-1))	0.261375	0.073642	3.549276	0.0005
R-squared	0.133605	Mean dependent var		-0.004034
Adjusted R-squared	0.128190	S.D. dependent var		0.074887
S.E. of regression	0.069923	Akaike info criterion		-2.470589
Sum squared resid	0.782265	Schwarz criterion		-2.432471
Log likelihood	202.1177	Hannan-Quinn criter.		-2.455112
Durbin-Watson stat	1.852867			

Precio nacional del maíz & Precio de la mezcla mexicana de petróleo

Null Hypothesis: RES has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 1 (Automatic based on SIC, MAXLAG=13)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-3.608014	0.0004
Test critical values:	1% level	-2.579315	
	5% level	-1.942805	
	10% level	-1.615400	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RES)

Method: Least Squares

Date: 08/30/10 Time: 21:21

Sample (adjusted): 1996M08 2010M01

Included observations: 162 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RES(-1)	-0.081198	0.022505	-3.608014	0.0004
D(RES(-1))	0.295293	0.073134	4.037726	0.0001
R-squared	0.145272	Mean dependent var		-0.003339
Adjusted R-squared	0.139930	S.D. dependent var		0.066288
S.E. of regression	0.061476	Akaike info criterion		-2.728076
Sum squared resid	0.604685	Schwarz criterion		-2.689958
Log likelihood	222.9742	Hannan-Quinn criter.		-2.712599
Durbin-Watson stat	2.008437			

Precio internacional del maíz & Precio internacional del petróleo

Null Hypothesis: RES has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=11)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-4.889370	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.579226	
	5% level	-1.942793	
	10% level	-1.615408	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(RES)

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 16:31

Sample (adjusted): 1996M07 2010M01

Included observations: 163 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
--	-------------	------------	-------------	-------

MECANISMO DE CORRECCION DE ERRORES

Precio nacional del maíz & Precio internacional del petróleo

Dependent Variable: DLPMAIZMEX

Method: Least Squares

Date: 09/03/10 Time: 12:02

Sample (adjusted): 1996M07 2010M01

Included observations: 163 after adjustments

DLPMAIZMEX=C(1)+C(2)*DLPWTI+C(3)*RRES

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.001433	0.004663	-0.307389	0.7589
C(2)	0.102246	0.051865	1.971376	0.0504
C(3)	-0.067097	0.020367	-3.294381	0.0012
R-squared	0.084946	Mean dependent var		-0.000524
Adjusted R-squared	0.073507	S.D. dependent var		0.061590
S.E. of regresión	0.059283	Akaike info criterion		-2.794741
Sum squared resid	0.562324	Schwarz criterion		-2.737801
Log likelihood	230.7714	Hannan-Quinn criter.		-2.771624
F-statistic	7.426498	Durbin-Watson stat		1.435165
Prob(F-statistic)	0.000824			

Precio nacional del maíz & Precio de la mezcla mexicana del petróleo

Dependent Variable: DLPMAIZMEX

Method: Least Squares

Date: 08/30/10 Time: 22:42

Sample (adjusted): 1996M07 2010M01

Included observations: 163 after adjustments

DLPMAIZMEX = C(1)+C(2)* DLPPEPETROLEOMEX+C(3)* RRES

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.001215	0.004670	-0.260254	0.7950
C(2)	0.072149	0.046504	1.551455	0.1228
C(3)	-0.072444	0.021076	-3.437341	0.0007
R-squared	0.081768	Mean dependent var		-0.000524
Adjusted R-squared	0.070290	S.D. dependent var		0.061590
S.E. of regression	0.059386	Akaike info criterion		-2.791274
Sum squared resid	0.564276	Schwarz criterion		-2.734334
Log likelihood	230.4889	Hannan-Quinn criter.		-2.768157
F-statistic	7.123952	Durbin-Watson stat		1.440450
Prob(F-statistic)	0.001087			

Precio nacional del maíz & Precio internacional del petróleo

Dependent Variable: DLPMAIZMEX

Method: Least Squares

Date: 08/25/10 Time: 17:30

Sample (adjusted): 1996M07 2010M01

Included observations: 163 after adjustments

DLPMAIZMEX= C(1)+C(2)*DLPMAIZMUNDO+C(3)*RRES

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.000325	0.002290	0.141750	0.8875
C(2)	0.754241	0.032448	23.24446	0.0000
C(3)	-0.150469	0.048811	-3.082666	0.0024
R-squared	0.777599	Mean dependent var		-0.000524
Adjusted R-squared	0.774819	S.D. dependent var		0.061590
S.E. of regresión	0.029227	Akaike info criterion		-4.209244
Sum squared resid	0.136671	Schwarz criterion		-4.152303
Log likelihood	346.0533	Hannan-Quinn criter.		-4.186126
F-statistic	279.7110	Durbin-Watson stat		2.459430
Prob(F-statistic)	0.000000			