



# EL COLEGIO DE MÉXICO

## CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

### **MAESTRÍA EN ECONOMÍA**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN ECONOMÍA**

**"LA TRANSFORMACIÓN, AUGE Y AGOTAMIENTO DEL  
SECTOR PRODUCTOR DEL ALGODÓN EN MÉXICO,  
1920-1980: UNA VISIÓN ECONOMÉTRICA"**

**ISRAEL MACÍAS LÓPEZ**

**PROMOCIÓN 1999-2001**

**ASESORA:**

**PROFA. GRACIELA MÁRQUEZ COLÍN**

**OCTUBRE DE 2001**



La transformación, auge y agotamiento del sector  
productor del algodón en México, 1920–1980: una  
visión econométrica

Tesis para obtener el grado de Maestro en Economía

**Israel Macías López<sup>1</sup>**

**El Colegio de México, A. C.**

**Maestría en Economía  
Promoción 1999 – 2001**

México, D. F. a Octubre 3, 2001

Asesor: **Profa. Graciela Márquez C.**

---

<sup>1</sup> Como siempre, los errores y omisiones presentes en este trabajo son responsabilidad exclusivamente mía.

## **Agradecimientos**

*Al pueblo de México que pagó mi  
beca a través del CONACyT.*

*A mi mamá, papá y hermanas.*

*A la Universidad Autónoma de  
Coahuila, que me apoyó con un  
complemento de beca.*

*A mi asesora, Graciela Márquez,  
por su apoyo y orientación, no  
solamente para este trabajo.*

*A El Colegio de México, por haberme  
dado excelentes profesores, compañeros  
pero sobretodo, muy buenos amigos.*

## Resumen

Al finalizar la década de los años veinte, el sector productor algodonero en México era un sector pequeño y de importancia marginal para el país, dependiente por completo de la demanda interna que tenía en la industria textil nacional. Dos décadas más tarde, este sector se había convertido en la principal fuente de divisas del país, y en factor fundamental para la consolidación del modelo substitutivo de importaciones. La hipótesis principal del trabajo, es que el sector agrícola algodonero en el periodo 1920-1980 pasó por dos etapas claramente definidas: la primera que va de 1920 a 1945 caracterizada por un sector algodonero pequeño y cerrado, dependiente de la demanda interna; y la segunda etapa que va de 1945 hasta el fin del periodo, donde se da una transformación en la orientación del sector, volcándose al mercado internacional, expandiendo enormemente la producción, la frontera agrícola y los niveles de productividad. La hipótesis secundaria, es que el sector algodonero fue el principal beneficiario de la construcción de obras de irrigación de parte del Estado mexicano, siendo estas inversiones las que posibilitaron que el sector alcanzara los altos niveles de rendimiento y los elevados volúmenes de producción en el momento en el que la demanda mundial de la fibra venía aumentando. Como herramientas para probar las hipótesis, se emplean técnicas modernas de econometría: pruebas de cointegración de Johansen y modelos de corrección de error para la producción algodonera y el consumo interno; entre la producción y la exportación de algodón; entre el diferencial de precios y la exportación; y finalmente entre el rendimiento del sector y las obras de irrigación.

# Índice

1)	Índice de cuadros, tablas y gráficos	04
2)	Introducción	07
3)	El sector productor de algodón en México, 1920-1980.	09
	• Superficie cosechada.	11
	• Rendimiento por hectárea.	12
4)	Las fuentes del cambio.	14
	• Los precios.	18
5)	La importancia del algodón para México	20
	• El impulso estatal	23
6)	El agotamiento.	25
	• Las fibras sintéticas.	26
	• Los inventarios de los Estados Unidos.	27
7)	Análisis econométrico.	30
	• Relaciones básicas: gráficas de dispersión con regresiones.	33
	• Análisis de cointegración.	39
	• Datos y variables	41
8)	Resultados	42
	• Prueba de cointegración y modelo de corrección de error para la producción nacional y el consumo interno de algodón, 1920-1945.	42
	• Prueba de cointegración y modelo de corrección de error para la producción nacional y la exportación de algodón, 1945-1980.	45
	• Prueba de cointegración y modelo de corrección de error para el rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980.	49
	• Prueba de cointegración y modelo de corrección de error para la producción de algodón y la producción de textiles, 1930-1948.	53
	• Prueba de cointegración y modelo de corrección de error para la exportación de algodón y el diferencial porcentual de precios internacional y nacional, 1945-1980.	56
9)	Conclusiones	60
10)	Bibliografía.	63
11)	Anexos.	66

# 1. Índice de cuadros, tablas y gráficos

Mapa 1:	Principales Estados productores de algodón en 1920	10
Cuadro 1:	Producción nacional promedio de algodón	10
Gráfica 1:	Producción nacional de algodón, 1920-1980	11
Cuadro 2:	Superficie cosechada promedio de algodón	11
Gráfica 2:	Superficie cosechada de algodón, 1920-1980	12
Cuadro 3:	Rendimiento promedio del sector algodonero	13
Gráfica 3:	Rendimiento del sector algodonero, 1920-1980	14
Gráfica 4:	Consumo de algodón de la industria textil mexicana, 1920-1980	14
Cuadro 4:	Consumo de algodón promedio de la industria textil mexicana	15
Cuadro 5:	Porcentaje de la producción nacional consumido por la industria textil, 1920-1980	15
Gráfica 5:	Exportación mexicana promedio de algodón, 1920-1980	16
Cuadro 6:	Exportación mexicana promedio de algodón	16
Gráfica 6:	Producción, exportación y consumo interno de algodón, 1920-1980	17
Cuadro 7:	Porcentaje de la producción nacional destinado a la exportación	18
Gráfica 7:	Precio internacional y nacional por tonelada de algodón, 1920-1980	19
Gráfica 8:	Diferencial porcentual entre el precio internacional y el precio nacional, 1920-1980	20
Gráfica 9:	Porcentaje de divisas por exportación provenientes del algodón, 1920-1980	21
Gráfica 10:	Divisas provenientes de los 5 principales productos de exportación, 1930-1980	22
Gráfica 11:	Hectáreas cubiertas por obras de irrigación en México, 1920-1980	23
Cuadro 8:	Hectáreas promedio cubiertas por obras de irrigación	24
Mapa 2:	Distritos de riego construidos de 1930 a 1951	24
Gráfica 12:	Fibras sintéticas y celulíticas consumidas en México, 1925-1978	26
Cuadro 9:	Consumo aparente de fibras sintéticas y celulíticas en México	26
Gráfica 13:	Producción de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980	27
Gráfica 14:	Exportación de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980	28
Cuadro 10:	Exportación de algodón promedio de los Estados Unidos	29
Gráfica 15:	Inventarios de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980	29
Gráfica 16:	Logaritmos de la producción, exportación y consumo interno de algodón en México, 1925-1980	31
Gráfica 17:	Logaritmo del rendimiento y de las hectáreas cubiertas por obras de irrigación en México, 1925-1980	32
Cuadro 11:	Pruebas de existencia de raíz unitaria en las series	33

Gráfica de		
Dispersión 1:	Logaritmo del consumo de la industria textil y la producción de algodón, 1920-1945	34
Gráfica de		
Dispersión 2:	Diferencias de logaritmos de la producción textil y el consumo de la industria textil, 1920-1945	35
Gráfica de		
Dispersión 3:	Diferencias de logaritmo entre el precio internacional y el nacional, 1920-1980	35
Gráfica de		
Dispersión 4:	Diferencial de logaritmos de la producción y exportación de algodón, 1945-1980	36
Gráfica de		
Dispersión 5:	Diferencias de logaritmos del rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980	37
Gráfica de		
Dispersión 6:	Diferencias de logaritmos del precio internacional y de los inventarios de algodón en E. U., 1920-1980	37
Gráfica de		
Dispersión 7:	Diferencias de logaritmos entre los inventarios de los E. U. y el diferencial porcentual entre precios	38
Gráfica de		
Dispersión 8:	Diferencias de logaritmo entre la producción de algodón y el consumo aparente de fibras químicas, 1930-1980	39
Tabla 1:	Prueba de causalidad de Granger para la primer etapa, 1920-1945	42
Tabla 2:	Prueba de cointegración de Johansen para la primer etapa, 1920-1945	43
Tabla 3:	Vector de cointegración de la prueba de Johansen para la primer etapa, 1920-1945	43
Tabla 4:	Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error de la primer etapa, 1920-1945	44
Tabla 5:	Resultados del modelo de corrección de error depurado para primer etapa, 1920-1945	45
Tabla 6:	Prueba de causalidad de Granger para la segunda etapa, 1945-1980	46
Tabla 7:	Prueba de cointegración de Johansen para la primer etapa, 1945-1980	46
Tabla 8:	Vector de cointegración de la prueba de Johansen para la segunda etapa, 1945-1980	47
Tabla 9:	Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error de la segunda etapa, 1945-1980	47
Tabla 10:	Resultados del modelo de corrección de error depurado para segunda etapa, 1945-1980	48
Tabla 11:	Prueba de causalidad de Granger para la segunda etapa, 1930-1980	49
Tabla 12:	Prueba de cointegración de Johansen entre el rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980	50
Tabla 13:	Vector de cointegración de la prueba de Johansen entre el rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980	50
Tabla 14:	Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error rendimiento – obras de irrigación, 1930-1980	51
Tabla 15:	Resultados del modelo de corrección de error depurado rendimiento – obras de irrigación, 1930-1980	52
Tabla 16:	Prueba de causalidad de Granger para producción textilera nacional y la producción de algodón, 1920-1945	53
Tabla 17:	Prueba de cointegración de Johansen entre la producción algodonera y la producción textil, 1930-1948	54
Tabla 18:	Vector de cointegración de la prueba de Johansen entre la producción algodonera y la producción textil, 1930-1980	54
Tabla 19:	Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error algodón – textiles, 1930-1948	55

<b>Tabla 20:</b>	<b>Resultados del modelo de corrección de error depurado algodón-textiles, 1930-1948</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 21:</b>	<b>Prueba de cointegración de Johansen entre la producción aldonera y la producción textil, 1945-1980</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 22:</b>	<b>Vector de cointegración de la prueba de Johansen para exportación algodón – diferencial de precios, 1945-1980</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 23:</b>	<b>Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error exportación de algodón – diferencial de precios, 1945-1980</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 24:</b>	<b>Resultados del modelo de corrección de error depurado exportación de algodón – diferencial de precios, 1945-1980</b>	<b>59</b>

## 2. Introducción

Mi interés por el algodón surge por la importancia que este cultivo tuvo en el desarrollo económico de mi región de origen, la Comarca Lagunera. Actualmente de la buena época que el algodón trajo a la zona sólo quedan el recuerdo, las bodegas y despepites abandonados.

A pesar de que los investigadores no coinciden respecto del origen del algodón, sí podemos asegurar que el uso de la fibra en la elaboración de telas es muy antiguo, aun cuando éste no se propagó rápidamente en Europa por las dificultades que representaba su transporte del continente Asiático, encontrando después la zona propicia para su producción en las costas del Mediterráneo.<sup>2</sup>

El algodón se cultivó en México por primera vez en las regiones costeras del golfo extendiéndose más tarde a las del Pacífico.<sup>3</sup> Su cultivo se inició en lo que hoy corresponde a las costas de Veracruz y Oaxaca, pasándose posteriormente a los estados de Guerrero y Jalisco. Los primeros registros de su producción datan del siglo XVI, aunque se conoce que entre las monedas primitivas del Anáhuac se usaba junto con el oro, las plumas preciosas y el cacao.<sup>4</sup> Las zonas costeras del golfo mantuvieron su importancia como regiones productoras hasta mediados del siglo XIX, cuando se descubrieron las bondades para el cultivo de las zonas desérticas del norte, momento en que los productores se desplazaron hacia éstas regiones. Para el año de 1840 se puso en cultivo el Valle de Conchos; La Región Lagunera inició su producción entre 1840 y 1860; mientras que el Valle de Matamoros, Tamaulipas se inició en el algodón en 1892. Ya en el siglo XX, el Valle de Mexicali abrió sus tierras al cultivo de la fibra en 1914; la región Yaqui, en Sonora lo hizo hasta 1928; posteriormente otras regiones como la de don Martín (hoy Anáhuac, Nuevo León) incorporaron el cultivo en 1932; y finalmente con menor importancia se cultivó en zonas de Sinaloa y Nayarit.<sup>5</sup>

La producción de algodón en México se había venido desarrollando sin alcanzar proporciones importantes y todavía hasta 1918, la producción de algodón servía principalmente para el abastecimiento de las industrias locales de las regiones en las que se cultivaba la fibra; solo al iniciarse la producción a gran escala en La Comarca Lagunera, el comercio del producto se extendió a la totalidad de las fábricas del país.

---

<sup>2</sup> Arguello (1946) p.13-14

<sup>3</sup> Secretaria de Agricultura y Fomento (1939) p.66

<sup>4</sup> Estudios más recientes documentan el uso de un tipo de algodón por las culturas prehispánicas, principalmente los aztecas. Para lo que se recomienda consultar Rodríguez (1982).

<sup>5</sup> Arguello (1946) p.17

Ya para la década de los años veinte sólo se conocían como regiones productoras a La Comarca Lagunera, el Valle de Mexicali, el Valle de Juárez, la Región de Conchos, la Región de Matamoros y algunas regiones de la planicie costera. En los siguientes diez años se ampliaron estas regiones y otras zonas productoras de menor importancia siguiendo el ritmo de las obras de irrigación construidas en el periodo.<sup>6</sup>

Este trabajo pretende ser un análisis sobre el sector productor algodonero mexicano desde la década de los años veinte hasta finales de los años setenta, periodo en el que el sector sufrió una reorientación del mercado interno al externo, que lo llevó a vivir los años más importantes de la fibra para el país. Este periodo, está básicamente determinado por dos aspectos: en primer lugar, antes de 1920 el sector productor del algodón no estaba plenamente integrado, sus niveles de producción no habían sido importantes y las cosechas servían para abastecer a las fábricas de textiles locales.<sup>7</sup> En segundo lugar, tenemos que la disponibilidad de datos tanto para niveles de producción, exportación, consumo interno y precios es escasa.

La hipótesis principal del trabajo, es que el sector agrícola algodonero del periodo de 1920 a 1980 pasó por dos etapas claramente definidas: la primera que va de 1920 a 1945 caracterizada por un sector algodonero pequeño y cerrado, dependiente de la demanda interna; y la segunda etapa que va de 1945 hasta el fin del periodo, donde se da una transformación en la orientación del sector, volcándose al mercado internacional, expandiendo enormemente la producción, la frontera agrícola y los niveles de productividad. La hipótesis secundaria, es que el sector algodonero fue el principal beneficiario de la construcción de obras de irrigación de parte del Estado mexicano, siendo estas inversiones las que posibilitaron que el sector alcanzara los altos niveles de rendimiento y los elevados volúmenes de producción en el momento en el que la demanda mundial de la fibra aumentaba.

El trabajo se divide de la siguiente manera: En la tercera sección presento un panorama del sector productor algodonero en el que señalo las condiciones particulares que conformaron al sector, haciendo hincapié en la existencia del cambio estructural de su orientación, cuando deja de ser un sector pequeño, basado en el mercado interno y se convierte en pocos años en un sector fundamental para explicar el desarrollo agrícola y económico del norte del país.

En la cuarta sección, introduzco las posibles fuentes que provocaron el cambio en el sector algodonero, tanto en el mercado interno como en el externo, describo el comportamiento de los precios como variable que abre la coyuntura favorable a los productores nacionales. Enseguida en la sección

---

<sup>6</sup> Secretaria de Agricultura y Fomento (1939) p.68

siguiente doy una revista por la importancia que tuvo el sector algodonero para el país y el impulso estatal que recibió por medio de las obras de infraestructura construidas.

En la sexta sección, presento las condiciones sobre las cuales se dio el agotamiento del desarrollo algodonero. Muestro que fueron las mismas razones que habían propiciado su auge las que al cerrarse acabaron con las posibilidades de continuar con el proceso. Dicho auge había proporcionado una cantidad muy importante de divisas para el país y sobretodo para el desarrollo del proceso substitutivo de importaciones que en esos momentos se llevaba a cabo.

Las secciones séptima y octava analizan econométricamente los datos y presentan de los modelos de corrección de error y las pruebas de cointegración para demostrar las hipótesis del trabajo. La sección siguiente contiene las conclusiones básicas del documento y sobretodo de las reflexiones a tomar en cuenta para la continuación de este tema de investigación. Finalmente, el anexo del documento presenta todas las pruebas pertinentes de cada uno de los modelos de corrección de error y de las pruebas de cointegración, referentes a la especificidad del modelo y a la estabilidad de los coeficientes estimados.

### **3. El sector productor del algodón en México, 1920 – 1980**

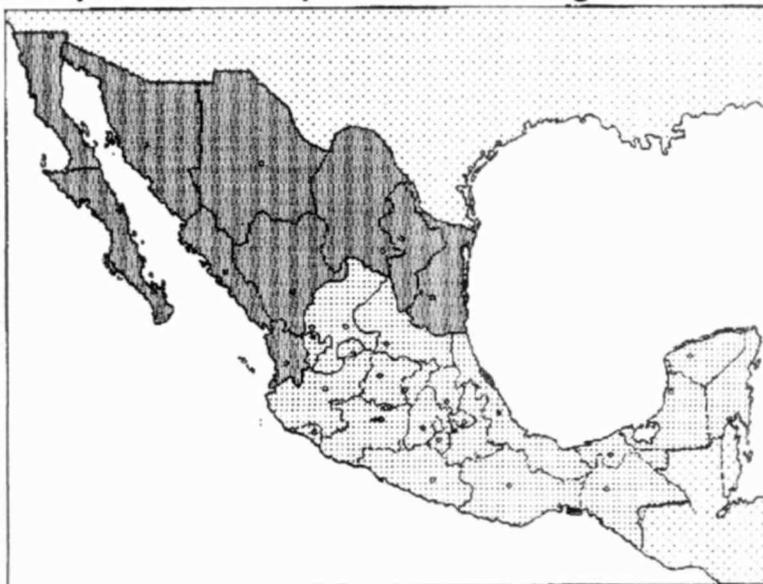
A partir de 1920, el sector productor de algodón en México estaba básicamente concentrado en los estados del norte del país, cuyas tierras desde finales del siglo XIX habían mostrado que eran idóneas para el cultivo de la fibra (Ver mapa 1).

La producción de algodón a lo largo del periodo 1920-1980, muestra un incremento importante en los años cuarenta. De crecimientos moderados y sin grandes sobresaltos, a partir de 1946 experimentó un crecimiento muy importante, el cual se mantuvo y aceleró en las décadas posteriores (Ver gráfica 1).

---

<sup>7</sup> Arguello (1946) p.121

**Mapa 1**  
**Principales Estados productores de algodón en 1920**



☐ Estados donde se encontraban los principales centros productores.

Fuente : Secretaria de Agricultura y Fomento (1939) p.68

La producción presenta dos etapas diferentes en su desempeño. La primera que va desde 1920 hasta mediados de los años cuarenta, donde se observa un crecimiento mas o menos constante con un volumen de producción promedio anual de 55,410 toneladas.

**Cuadro 1**  
**Producción nacional promedio de algodón**  
Toneladas

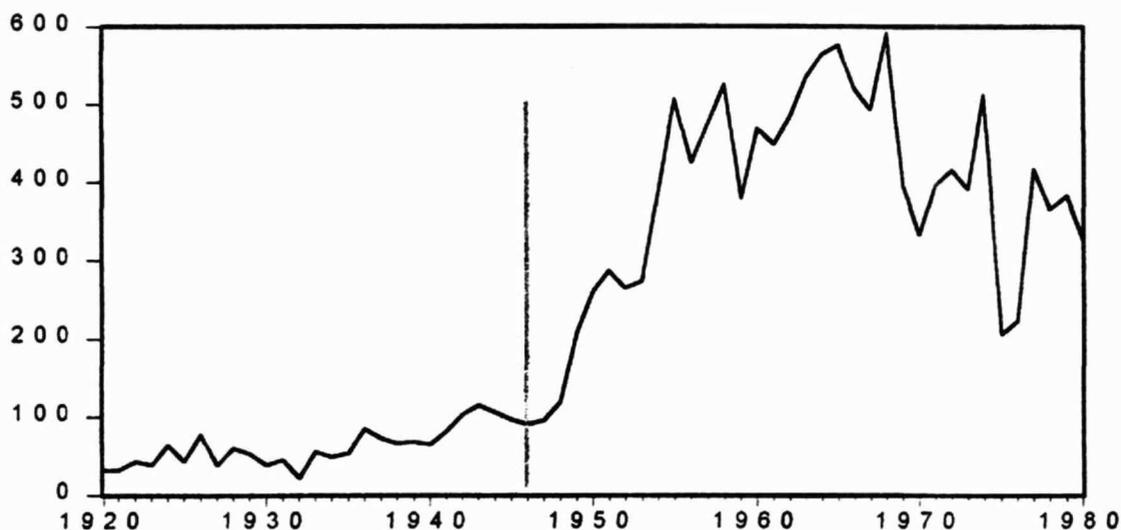
Periodo	Producción
1920-1929	48,421
1930-1939	55,898
1940-1949	108,316
1950-1959	379,473
1960-1969	508,872
1970-1979	364,957

Fuente: SARH (1981) p.14

La segunda etapa, que va desde 1946 y hasta 1980, se caracterizó por un crecimiento impresionante en los volúmenes de producción en sólo diez años, llegando a su máximo histórico en 1968 con 591,961 toneladas. El cambio en el sector es más que evidente al ver la gráfica 1, en lo referente a la expansión de la producción de la segunda etapa, donde se alcanza un promedio anual de producto de 375,572 toneladas.

**Gráfica 1**  
**Producción nacional de algodón, 1920-1980**

Miles de toneladas



Fuente: SARH (1981) p.14

### La superficie cosechada

El área agrícola dedicada al cultivo del algodón, presentó un comportamiento similar a la evolución de los volúmenes de producción. En la primera década del periodo 1920-1980, la superficie cosechada promedio de algodón era de 161,566 hectáreas, las cuales se fueron incrementando de manera importante a lo largo del periodo, llegando a duplicarse para la década de los años cuarenta y multiplicándose por más de cinco para la década siguiente hasta alcanzar las 873,102 hectáreas. De hecho, como se muestra en la gráfica 2, la superficie récord dedicada al cultivo de algodón se alcanzó en 1955, año en que se contabilizaron 1,058,990 hectáreas cultivadas de algodón (Ver cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Superficie cosechada promedio de algodón**  
Hectáreas

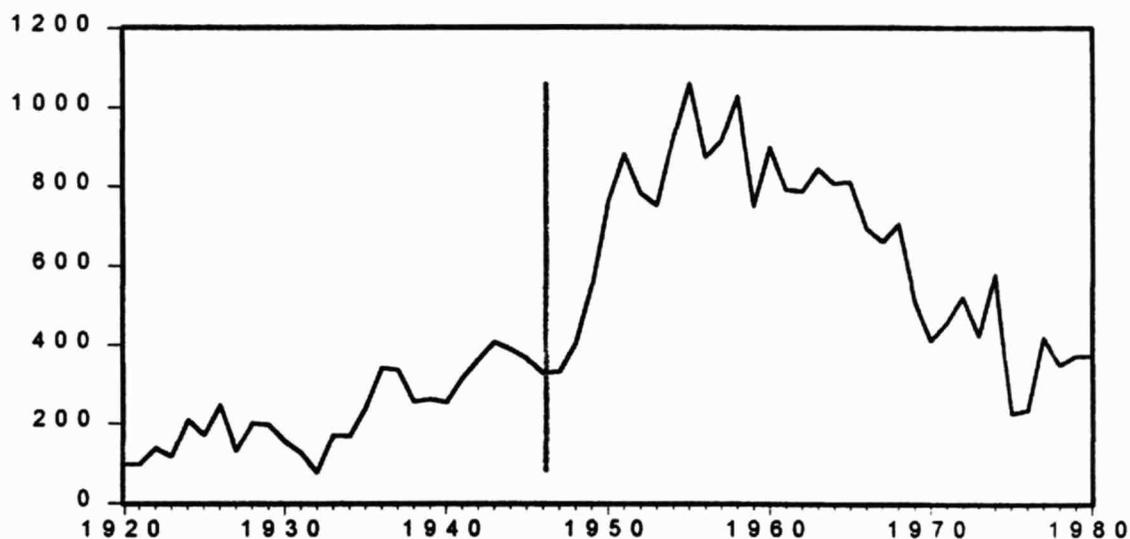
Periodo	Superficie promedio anual
1920-1929	161,566
1930-1939	214,358
1940-1949	371,038
1950-1959	873,102
1960-1969	752,466
1970-1979	400,045

Fuente: NAFIN (1978) p.111-115 para 1920 a 1970 y SARH (1981) p.14 para 1970-1979

A partir de 1955, la superficie cosechada fue disminuyendo de manera sostenida, hasta la década de los años setenta, cuando se registro un promedio anual de solamente 400,045 hectáreas, cifra ligeramente superior al promedio obtenido en la década de los cuarenta.

El hecho de que la enorme expansión de la frontera agrícola que se dio a partir de la década de los años cuarenta, cuando ya se venían cosechando más del doble del promedio registrado en los años veinte, nos habla de un gran cambio que se dio en el sector agrícola mexicano. Es en este momento cuando los productores del norte se volcaron hacia la producción del algodón.

**Gráfica 2**  
**Superficie cosechada de algodón, 1920-1980**  
Miles de hectáreas



Fuente: NAFIN (1978) p.111-115 para 1920 a 1970 y SARH (1981) p.14 para 1970-1980

El gran salto ocurre a mediados de la década de los cuarenta y durante los años siguientes, donde la superficie cosechada casi se septuplicó. Esta transformación del sector agrícola algodonnero nos abre preguntas interesantes respecto a los determinantes del auge de la fibra.

## **Rendimiento por hectárea**

El crecimiento importante de la producción algodonnera, junto a la ampliación de la frontera agrícola dedicada al cultivo no se dieron aislados, sino que a pesar de que la superficie cultivada deja de crecer a mediados de la década de los cincuenta (1955), la producción de la fibra no dejó de

aumentar. En efecto, ésta siguió expandiéndose de manera importante. Más aun, es precisamente cuando la superficie cosechada se detiene e inicia su caída, cuando la producción se dispara y alcanza sus niveles más importantes.

Esto nos remite a los niveles de rendimiento alcanzados por el sector productivo de algodón en el país. Entre 1920 y 1940, el rendimiento de la superficie dedicada al cultivo de algodón, medido como los kilos obtenidos por hectárea cosechada, era de menos de 300 kilogramos por hectárea (Ver gráfica 3).

Fue a mediados de la década de los años cincuenta, cuando el rendimiento comenzó a crecer de manera sostenida, crecimiento que se prolongó hasta el final de los años setenta. Precisamente coincide el incremento del rendimiento del sector con la importante expansión de la frontera agrícola de la década de los cincuenta, logrando cosechar por hectárea 430 kilogramos. A pesar de que la superficie cosechada vio su máximo histórico en 1955 y a partir de ahí comenzaron a bajar sus niveles, la producción total del sector siguió aumentando de manera muy importante, fenómeno que se explica por los importantes incrementos sucesivos que se dieron en el rendimiento del sector algodonero, logrando en la década de los sesenta un promedio de 686 kilos por hectárea (Ver cuadros 1 y 3).

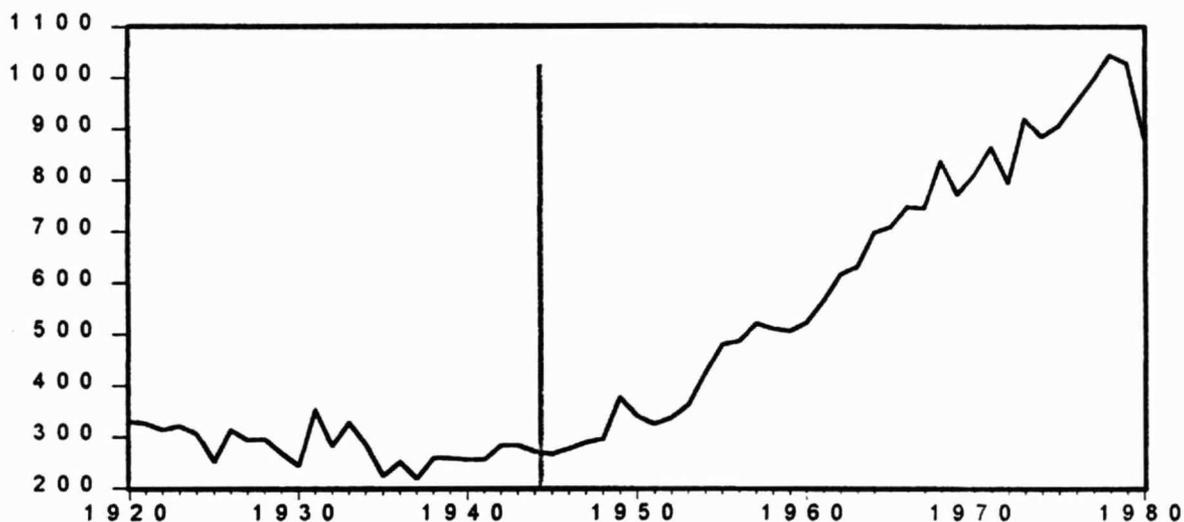
**Cuadro 3**  
**Rendimiento promedio del sector algodonero**  
Kilos por Hectárea

Periodo	Rendimiento promedio anual
1920-1929	303
1930-1939	271
1940-1949	286
1950-1959	430
1960-1969	686
1970-1979	921

Fuente: Elaboración propia con datos de gráfica 1 y gráfica 2

Durante el periodo 1920-1980, el rendimiento obtenido siguió aumentando de manera sostenida a partir de mediados de la década de los años cuarenta, precisamente coincidiendo con nuestra segunda etapa de estudio, lo que nos habla de las consecuencias del auge algodonero y de un verdadero cambio en el sector agrícola de la fibra con esta transformación en los rendimientos alcanzados.

**Gráfica 3**  
**Rendimiento del sector algodonero, 1920-1980**  
**Kilogramos por hectárea**

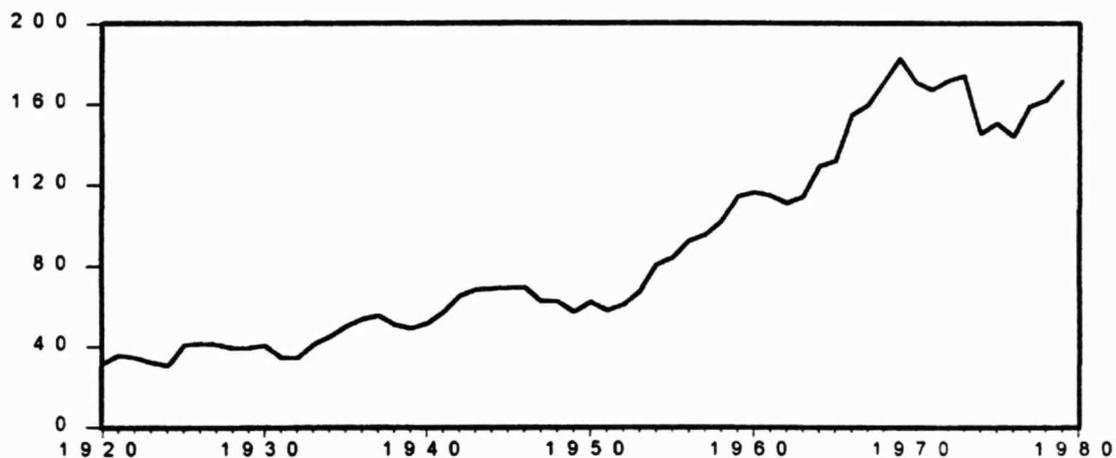


Fuente: Elaboración propia con datos de gráfica 1 y gráfica 2

#### 4. Las fuentes del cambio

Hasta mediados de la década de los años cuarenta el algodón producido por el sector agrícola mexicano tuvo como destino las fábricas de la industria textil nacional, cuya demanda era vital para el sector productor algodonero.<sup>8</sup>

**Gráfica 4**  
**Consumo de algodón de la industria textil mexicana, 1920-1980**  
**Miles de toneladas**



Fuente: NAFIN (1963) p.85-86 para 1920 a 1960 y SARH (1981) p.14 para datos de 1961 a 1980

<sup>8</sup> Arguello (1946) p. 121 y 211

Esta demanda por parte de la industria textil nacional había venido creciendo de manera moderada, promediando anualmente las 36,762 toneladas para la década de los veinte. Al final de la Segunda Guerra Mundial, la consolidación del modelo substitutivo de importaciones brindó un fuerte impulso a la industria doméstica, en particular al ramo textil.<sup>9</sup>

**Cuadro 4**  
**Consumo de algodón promedio de la industria textil mexicana**  
**Toneladas**

Periodo	Consumo promedio anual
1920-1929	36,762
1930-1939	45,530
1940-1949	63,179
1950-1959	81,850
1960-1969	138,766
1970-1979	161,960

Fuente: NAFIN (1963) p.85-86 para 1920 a 1960 y SARH (1981) p.14 de 1961 a 1980

En la década de los años treinta, la demanda interna explicó el 81.45% de toda la producción nacional de algodón con 45,530 toneladas promedio anual (Ver cuadro 5). Este porcentaje, importante para los productores agrícolas nacionales, fue disminuyendo y diez años más tarde llegó a solo el 58.8%, a pesar de que la demanda interna había alcanzado las 63,179 toneladas promedio. Esta tendencia se mantiene con mayor fuerza a partir de la mitad de la década de los años cuarenta y hasta los años sesenta, cuando la industria nacional demandó 138,766 toneladas promedio anuales, cifra que solamente representó el 27.27% de la producción total.

**Cuadro 5**  
**Porcentaje de la producción nacional consumido por la industria textil nacional**  
**Toneladas**

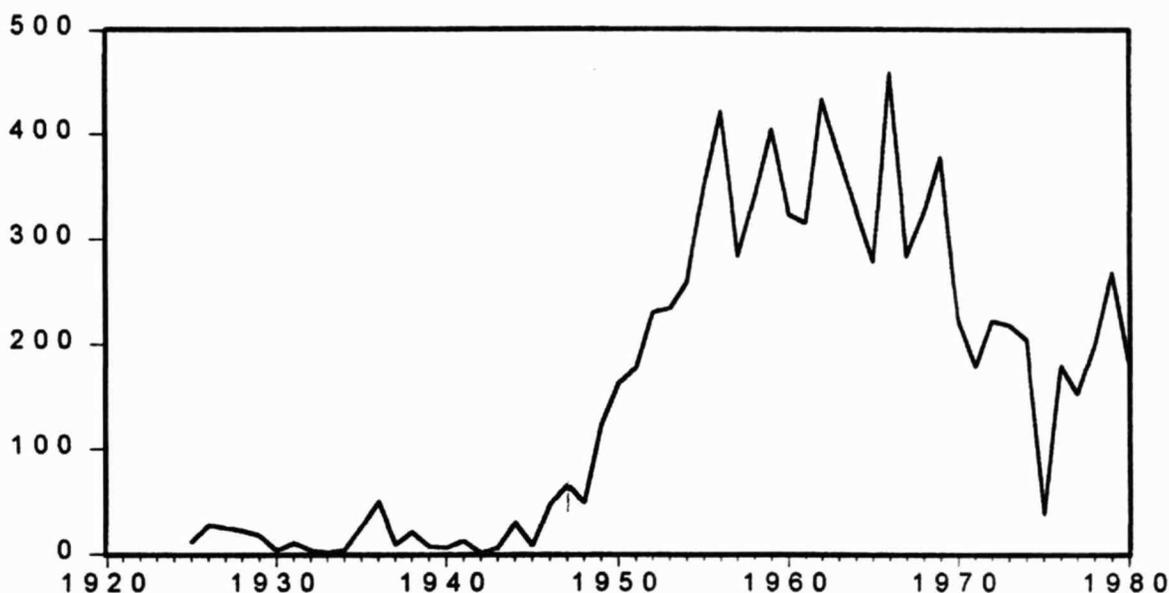
Periodo	Porcentaje promedio producción : consumo textil
1920-1929	75.92%
1930-1939	81.45%
1940-1949	58.33%
1950-1959	21.57%
1960-1969	27.27%
1970-1979	44.38%
<b>1ra. Etapa</b>	<b>74.87%</b>
<b>2a Etapa</b>	<b>30.67%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de los cuadros 1 y 4

<sup>9</sup> INEGI (1985) p.507-508 para datos de números de telares, obreros ocupados y establecimientos de la industria textil de

**Gráfica 5**  
**Exportación mexicana de algodón, 1920-1980**

Miles de toneladas



Fuente: SARH (1981) p. 14-15

El auge de la producción de la fibra en México se ve claramente explicado en la gráfica 5, por los incrementos sucesivos en los volúmenes de exportación del país. Dichos incrementos pasaron de 13,625 toneladas anuales promedio en la década de los treinta hasta 350,406 toneladas tres décadas después (Ver cuadro 6). Al mismo tiempo, la importancia explicativa de la exportación de algodón para el sector productivo agrícola algodonero creció de ser sólo un 24.37% en los años treinta hasta un 68.86% (Ver cuadro 7).

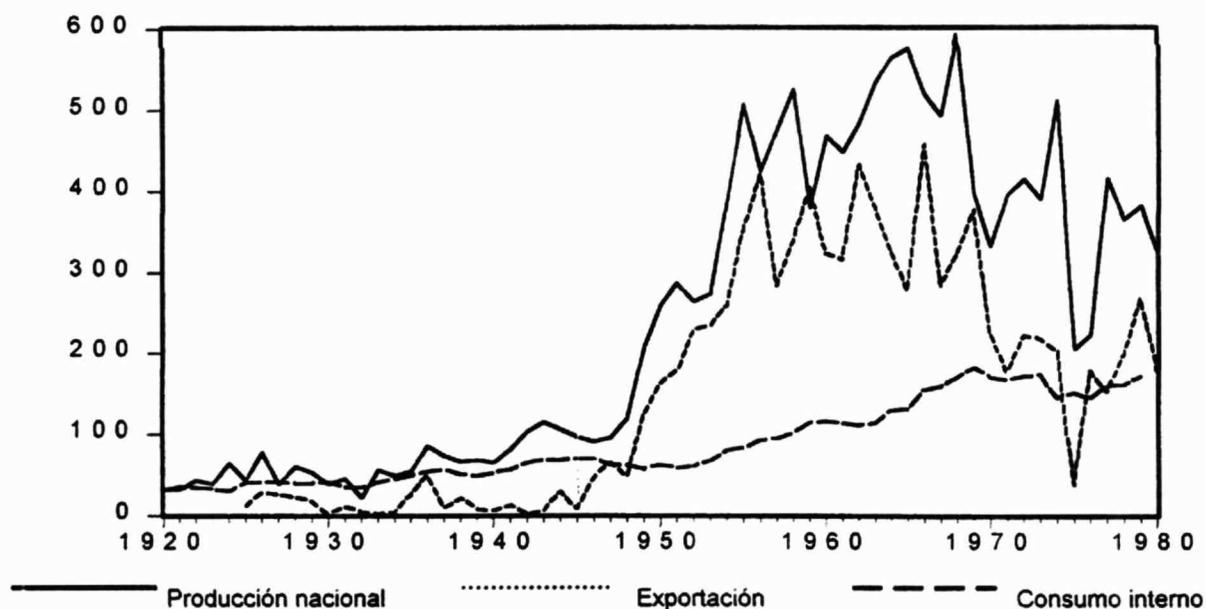
**Cuadro 6**  
**Exportación mexicana promedio de algodón**  
Toneladas

Periodo	Exportación promedio anual
1920-1929	21,091
1930-1939	13,625
1940-1949	34,616
1950-1959	286,885
1960-1969	350,406
1970-1979	188,335

Fuente: SARH (1981) p. 14-15

Teniendo en cuenta ambas fuentes de demanda para la producción algodonera nacional. En la primera etapa, el sector agrícola productor de la fibra estuvo volcado hacia el mercado interno cuyo único destino era la industria textil nacional, siendo los mercados externos simples válvulas de escape ante algunos problemas de sobreproducción.<sup>10</sup> Es a partir de la mitad de la década de los años cuarenta cuando se da una transformación de la orientación del sector, centrándose básicamente en el mercado externo, aumentando enormemente la frontera agrícola y la producción (Ver gráfica 6).

**Gráfica 6**  
**Producción, exportación y consumo interno de algodón, 1920-1980**  
Miles de toneladas



Fuente: Elaboración propia con datos de las gráficas 1, 4 y 5

La gráfica 6 y el cuadro 7 son reveladores respecto al cambio que sufrió el sector productor algodonero nacional. En lo referente a los volúmenes de fibra producidos, pero sobretodo, en la importancia que toma para el sector los mercados internacionales. En la primera etapa, la producción total que se destinaba a la exportación era en promedio el 24.3%, mientras que para la segunda etapa, llegó a representar el 64.5% del algodón total.

<sup>10</sup> Arguello (1946) p.211

**Cuadro 7**  
**Porcentaje de la producción nacional destinado a la exportación**  
 Toneladas

Periodo	Porcentaje promedio Exportación : Producción
1920-1929	38.48%
1930-1939	24.37%
1940-1949	31.96%
1950-1959	75.60%
1960-1969	68.86%
1970-1979	51.60%
<b>1ra. Etapa</b>	<b>24.34%</b>
<b>2a Etapa</b>	<b>64.55%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 1 y 5

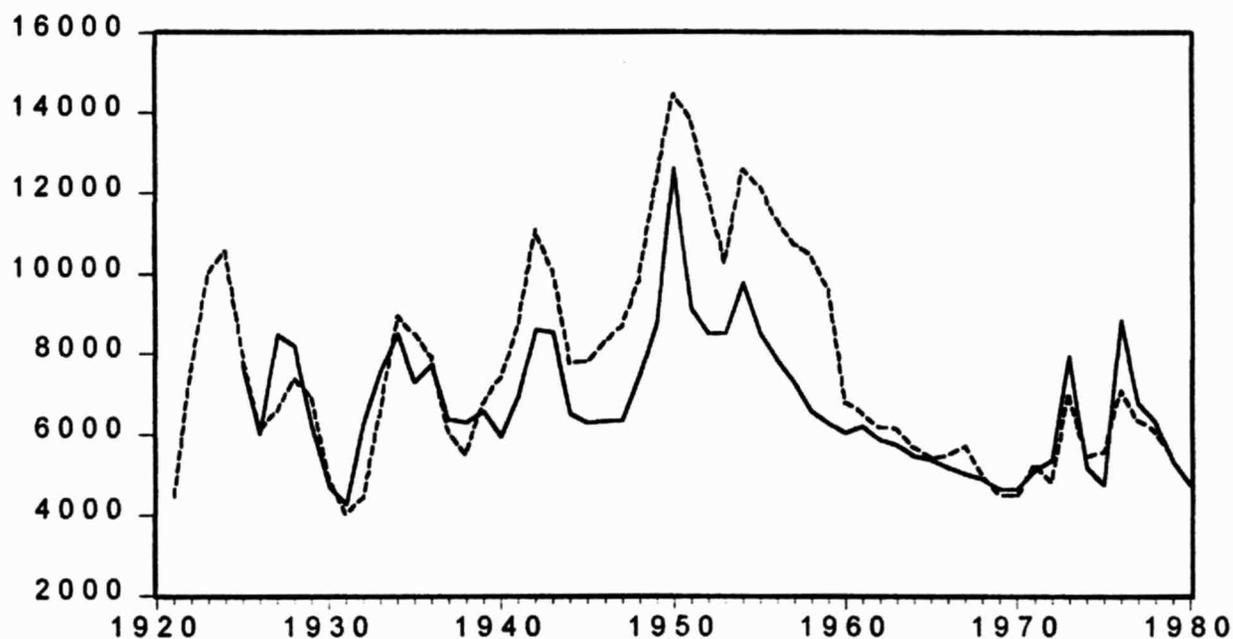
## Los precios

El cambio en la orientación del sector productor nacional algodonero, debe buscarse en un inicio en las variaciones de los precios internacionales. El algodón desde el siglo XIX ya contaba con mercados internacionales complejos, ubicados en Liverpool y Nueva York, en los que se cotizaba el precio internacional de acuerdo a los volúmenes ofrecidos por los principales productores.<sup>11</sup>

Durante la primera etapa 1920-1945, el precio internacional se había mantenido ligeramente inferior al precio nacional, explicando la poca relevancia del mercado exterior para los productores nacionales. Es a partir de la década de los años cuarenta cuando comienza a abrirse un diferencial continuo entre los precios a favor de los productores nacionales (Ver gráfica 7).

<sup>11</sup> Ver Preciado (1950), p. 537- 539 y Arguello (1946) p. 204-206

**Gráfica 7**  
**Precio internacional y nacional por tonelada de algodón, 1920-1980**  
**Pesos constantes de 1960**



Fuente: Bureau of the Census of U. S. (1957) p. 122-123 para datos de 1920 a 1957, Department of Agriculture of U.S. (1999) para datos de 1958 a 1980 tabla 3 y SARH (1981) p.14

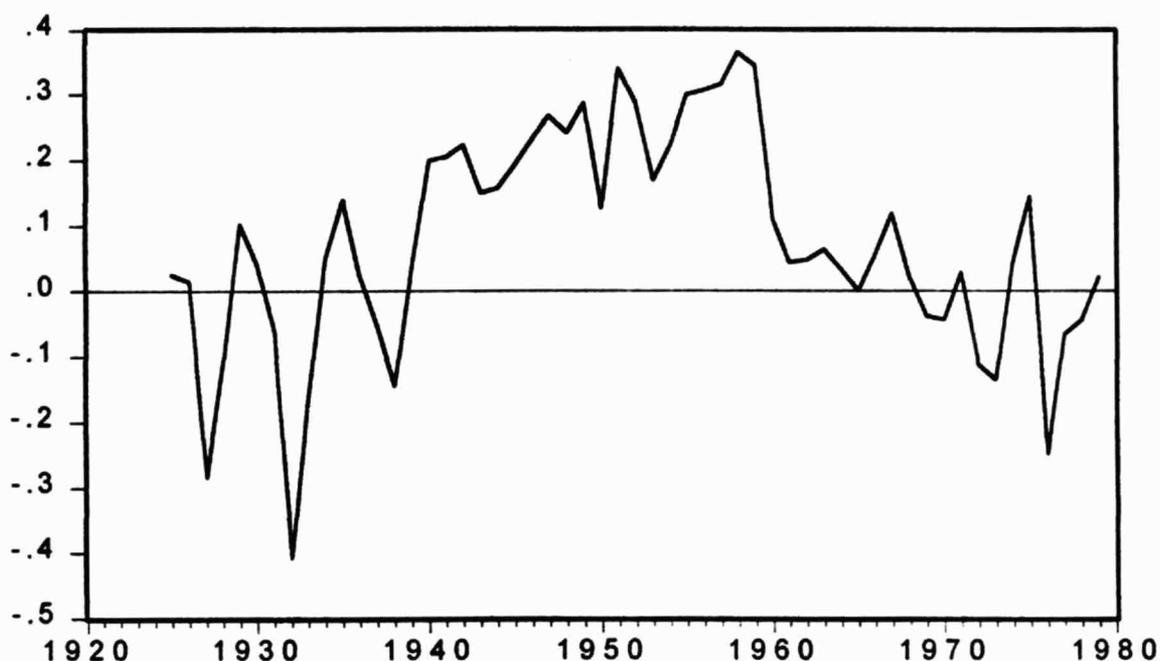
Precio Nacional
  Precio Internacional

En la gráfica 8 se aprecia que dicha diferencia entre el precio internacional y el nacional representó una oportunidad real para los productores nacionales. México, de ser un país marginal, llegó a convertirse en el séptimo productor mundial de la fibra.<sup>12</sup>

Nótese que el diferencial de precios se abrió a partir de los años cuarenta y se fue ampliando durante todos los años cincuenta, pero a partir de la siguiente década, esta diferencia rápidamente se fue cerrando hasta que a inicios de los años setenta había desaparecido por completo e incluso se había revertido al finalizar la década.

<sup>12</sup> Aunque la producción mundial de algodón estaba muy concentrada y solo tres países, Estados Unidos, China y la U.R.S.S. contaban con más del 60% de la producción total, por lo que México en su mejor momento, cuando llegó a ser el séptimo productor, apenas si llegaba al 5% de la producción mundial. Para más información ver Alfaro, Ofeliz. "Algodón: el mercado y sus perspectivas" en Comercio Exterior, febrero de 1983, p. 192.

**Gráfica 8**  
**Diferencial porcentual entre el precio internacional y el precio nacional, 1920-1980**  
**Pesos constantes de 1960**



Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 7

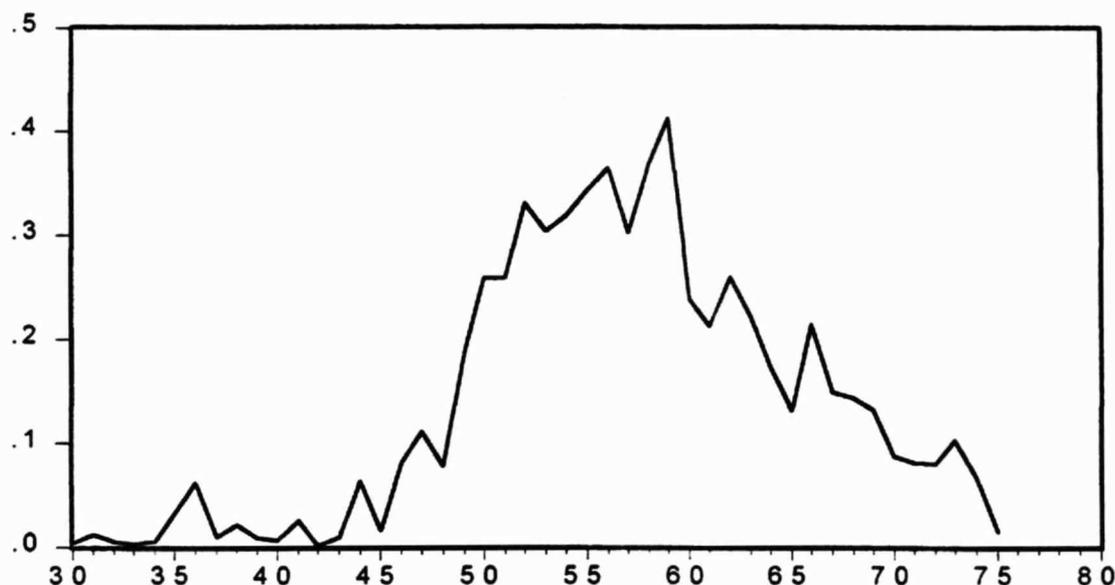
El fenómeno del despegue del precio internacional del nacional que dio a los productores locales la oportunidad de expandir su producción, terminó marcando el comportamiento que tuvieron los volúmenes exportados, los cuales cayeron ininterrumpidamente en la última parte del periodo (Ver gráfica 5). El diferencial más amplio se alcanzó en 1957-58, coincidiendo en el periodo de mayor expansión de la producción y de las exportaciones.

## **5. La importancia del algodón para México**

El enorme cambio que registró el sector productor algodonero nacional al volcarse al mercado externo, significó también un cambio relevante en la importancia de éste producto para la economía nacional. Un aspecto de éste cambio en el sector lo tenemos en como se transformó en pocos años de un sector pequeño y marginal, en el principal aportador de divisas para el país (Ver gráfica 9).

**Gráfica 9**

**Porcentaje de divisas por exportación provenientes del algodón, 1930-1980**



Fuente: Elaboración propia con datos de NAFIN (1978) p.388,392-394, 401

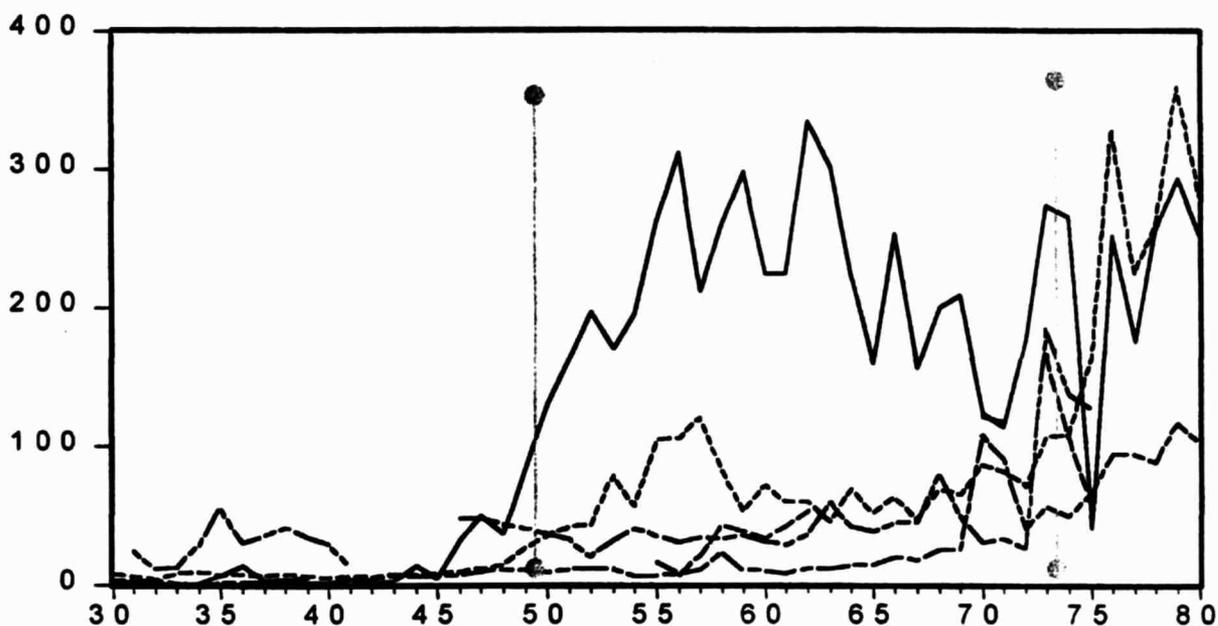
De ser el responsable de menos del 5% de todas las divisas obtenidas por exportación de productos mexicanos durante la primera etapa, el algodón llegó a aportar más del 30% del total por varios años, e incluso a finales de los años cincuenta alcanzó porcentajes superiores al 40%, lo que convirtió al algodón en la principal fuente de divisas para México en un momento en el que el país venía impulsando la consolidación del proceso de industrialización substitutiva de importaciones.<sup>13</sup>

Por lo que el algodón fue el principal abastecedor de divisas para México durante más de dos décadas, de 1949 hasta 1973. Este dato es sumamente impactante, ya que ha habido una escasa atención y estudio al respecto, por lo que la mayoría de los investigadores no valoran la enorme importancia real que llegó a tener el algodón, en este periodo de la historia, pero sobretodo del papel fundamental que jugó este producto en la consolidación del modelo sustitutivo de importaciones.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Ver Blanco, Gonzalo. "El algodón: pesadilla internacional", en Comercio Exterior, mayo 1956, p.194 así como Alvarez, Miguel, y Herrera, Teresa. "Las fluctuaciones de los precios internacionales del algodón y sus repercusiones en la economía mexicana", en Comercio Exterior, febrero de 1979, p. 227.

<sup>14</sup> Ver los Anuarios del Banco de Comercio Exterior, 1939, 1959, 1961, 1965 y 1974. En estos estudios se presentan los volúmenes de divisas aportados por los principales productos de exportación del país.

**Gráfica 10**  
**Divisas provenientes de los 5 principales productos de exportación, 1930-1980**  
 Millones de dólares



Fuente: Elaboración propia, para el algodón: NAFIN (1978) p.388,392-394, 401. Para la plata: González (1944) p. 31 y NAFIN (1978) p. 165-166 y U.S. Bureau of mines (1994), tabla 1. Para el jitomate y café: Secretaria de Agricultura (1981) p. 44,79 para la plata. Los datos para ganado vacuno se obtuvieron de los Anuarios del Banco de Comercio Exterior, 1973 p.12, 1969 p, 124, 1959 p.69 y 1939 p.78.

—————	Divisas por algodón	.....	Divisas por café
- - - - -	Divisas por plata	- . - . -	Divisas por jitomate
		-----	Divisas por ganado vacuno

La grafica 10 fue construida a partir de la información contenida en los Anuarios de Comercio Exterior, en los que se señalan a los principales productos de exportación de México para varios momentos en el periodo. De ahí es que se hayan tomado los 5 productos que para 1970 resultaban mas significativos en cuanto a su participación en el total de las divisas aportadas por concepto de exportaciones. Dichos productos fueron el algodón, la plata, el café, el jitomate fresco y el ganado vacuno y sus carnes.

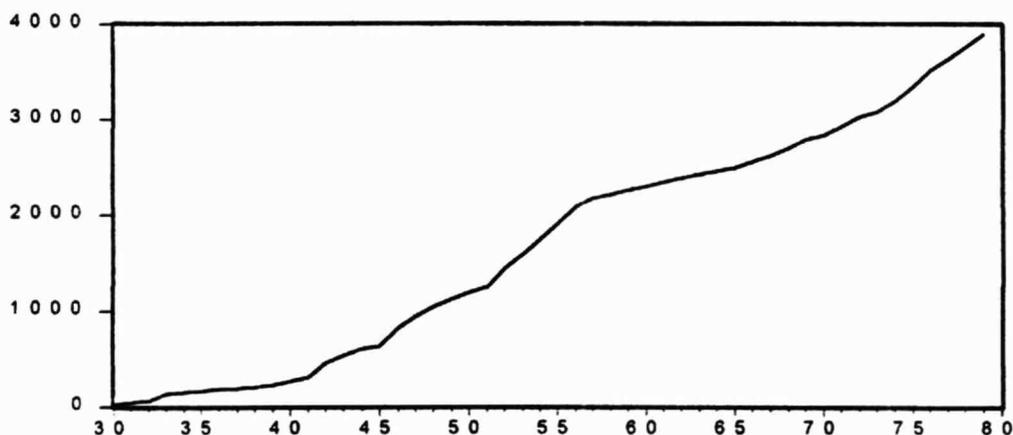
Estos cinco productos suman para 1970, mas del 35% del total de las divisas captadas por México por sus exportaciones. En la grafica se puede claramente apreciar la enorme preponderancia que el algodón tuvo como aportador de divisas durante poco mas de dos décadas, Alvarez y Herrera (1979) señalan que el periodo exacto se extiende desde 1947 hasta 1973. Lo cual concuerda con el periodo que nos muestra la grafica 10.

## El impulso estatal

El enorme crecimiento de la frontera agrícola para la producción de algodón, junto con el impresionante incremento de los niveles de producción nacional de la fibra no se llevaron a cabo de manera aislada, ni fueron explicados únicamente por una coyuntura favorable en los precios. El Estado mexicano facilitó el aprovechamiento de ésta situación y de hecho la hizo viable a los productores, al proporcionar la infraestructura básica necesaria para la ampliación de la frontera agrícola y el aumento de la productividad del campo.<sup>15</sup>

Entre los apoyos básicos que recibió el sector, destacó la construcción de obras de riego que permitieron que la realización de altos volúmenes de producción fueran posible. Dicha construcción de obras de infraestructura en las zonas agrícolas de los estados del norte creció notablemente durante las décadas de los cuarenta y cincuenta (Ver gráfica 10).

**Gráfica 11**  
**Hectáreas cubiertas por obras de irrigación en México, 1920-1980**  
Miles de hectáreas



Fuente: NAFIN (1963), p.49 para 1930 a 1962 y NAFIN (1978) p. 55 para 1962 a 1978

Los datos sobre las hectáreas cubiertas por obras de irrigación en nuestro país datan de 1930, cuando tenemos un promedio anual de 134 mil hectáreas. Esta cifra más que se quintuplicó durante la década de los años cuarenta y dicho apoyo al campo en los años siguientes no sólo no disminuyó, sino que siguió elevándose de manera importante y para la etapa del auge algodonero ya sumaban más de dos millones y medio de hectáreas irrigadas (Ver cuadro 8).

<sup>15</sup> Ver Aboites (1990), p. 30

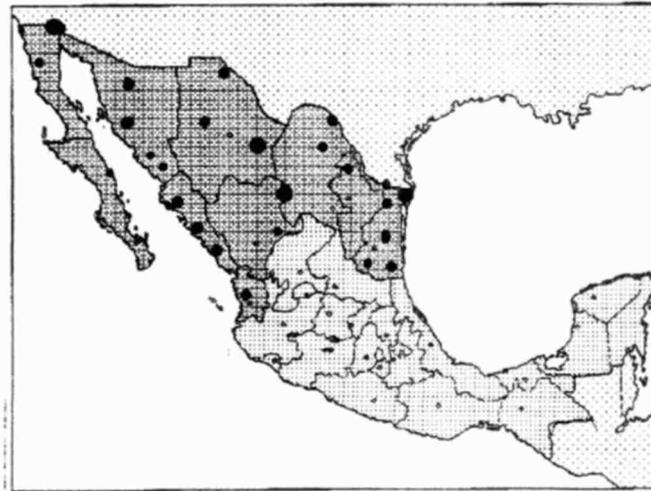
**Cuadro 8**  
**Hectáreas promedio cubiertas por obras de irrigación**  
**Miles de Hectáreas**

Periodo	Promedio anual
1930-1939	134.70
1940-1949	668.50
1950-1959	1783.30
1960-1969	2502.97
1970-1979	3319.37

Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 10

De 1940 a 1955, las obras de irrigación que se construyeron en los estados del norte, absorbieron entre un 10.4 y un 13.8% del presupuesto anual federal total.<sup>16</sup> Ciertamente que la inversión pública en obras de irrigación siguió creciendo de manera importante durante las siguientes décadas, incluso después del auge algodonnero, sin embargo este crecimiento no fue tan dinámico como en los años cincuenta y la evidencia nos habla de que la mayor parte de las obras de irrigación, dejaron de construirse en los estados algodonneros a partir de los años setenta.<sup>17</sup>

**Mapa 2**  
**Distritos de riego construidos en los Estados algodonneros de 1930 a 1951**



● Distrito de riego  
Fuente : Aboites, (1998), p. 118

La construcción de los diferentes distritos de riego en los estados algodonneros fue un apoyo directo del gobierno federal al sector algodonnero, ya que durante el periodo del auge, gran parte de

<sup>16</sup> Ver Orive (1970), p. 159

<sup>17</sup> Ver Aboites (1990), p. 46

éstos distritos se dedicaban exclusivamente a la producción de la fibra.<sup>18</sup> Como por ejemplo, el distrito 25 ubicado bajo el Río Bravo en Tamaulipas asignaba un 91.4% de sus tierras irrigadas al algodón; el distrito 6 de Delicias, Chihuahua dedicaba el 92.1% de su extensión al cultivo blanco y el distrito 2 de Mexicali, Baja California registraba un 80% de su capacidad instalada a la fibra.<sup>19</sup>

Estos datos son el fundamento para la hipótesis secundaria del trabajo es que los altos niveles de productividad alcanzados por el sector productor algodonero durante el auge exportador, son explicados en gran medida por la construcción de obras de irrigación e infraestructura que el Estado mexicano se dio a la tarea de realizar durante el periodo. Dichos niveles de productividad no podrían haber sido alcanzados en tan pocos años de no haber existido la política de fomento agrícola gubernamental, política sin la cual el aprovechamiento del periodo favorable para el algodón no hubiera sido el mismo.<sup>20</sup>

## 6. El agotamiento

La causa que a primera vista resalta del agotamiento del sector algodonero, es la disminución y revertimiento del diferencial de precios abierto a favor de los productores nacionales (Ver gráfica 7). El precio internacional comenzó a descender desde inicios de los años cincuenta, sin embargo el diferencial entre el precio internacional y el nacional se amplió mucho más a favor de los productores nacionales (Ver gráfica 8). Sin embargo, al finalizar la década de los años sesenta dicho diferencial se fue cerrando dramáticamente e incluso se revirtió al final del periodo, lo que explica en un inicio el agotamiento del algodón como alternativa de desarrollo agrícola en los estados nortños.

Analizando las causas de esa caída en precios que terminaron el auge algodonero, podemos señalar como principales elementos: en primer lugar, el cierre de mercados para la fibra blanca a nivel local e internacional por la expansión del consumo de fibras sintéticas y celulíticas (nylon, rayón, etc.) (Ver gráfica 11). En segundo lugar, el cambio en la política de manejo de excedentes del principal productor mundial, los Estados Unidos

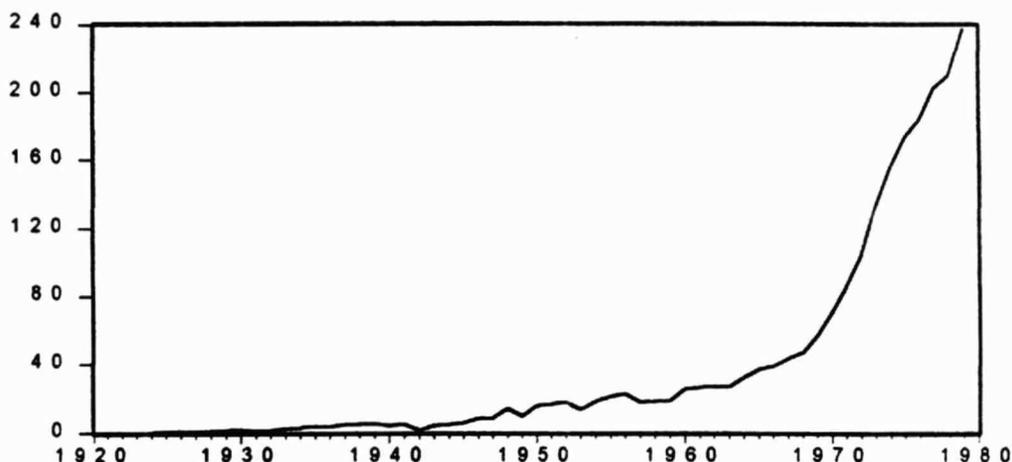
---

<sup>18</sup> Ver Alvarez, Miguel, y Herrera, Teresa. "Las fluctuaciones de los precios internacionales del algodón y sus repercusiones en la economía mexicana", en Comercio Exterior, febrero de 1979, p. 229, punto número 36. Aquí se muestra que el 70% de las tierras de todos los distritos de riego del país se destinaban para la siembra de algodón.

<sup>19</sup> Ver Aboites (1990), p. 38

<sup>20</sup> Esta nueva hipótesis, que se suma a la anteriormente planteada respecto al cambio estructural del sector. Ambas hipótesis serán probadas mediante modelos econométricos de corrección error a desarrollar en la octava sección del presente trabajo.

**Gráfica 12**  
**Fibras sintéticas y celulíticas consumidas en México, 1925-1978**  
**Miles de toneladas**



Fuente: NAFIN, (1978), p.194, 195

### Fibras sintéticas

El consumo de fibras sintéticas en México no fue importante en su volumen hasta entrada la década de los años sesenta, ya que al inicio del periodo 1920-1980, el consumo promedio anual era de solo 769 toneladas. No representando siquiera un 1% del consumo interno de fibras naturales, como el algodón y la lana. Dicha situación fue cambiando cuando la aceptación y demanda de las fibras sintéticas se fueron ampliando, siguiendo un crecimiento moderado pero continuo (Ver cuadro 9).

**Cuadro 9**  
**Consumo aparente promedio de fibras sintéticas y celulíticas en México**  
**Toneladas**

Periodo	Producción + Importación - Exportación
1920-1929	769.0
1930-1939	3,276.8
1940-1949	6,692.9
1950-1959	18,133.0
1960-1969	36,232.5
1970-1979	156,010.0

Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 11

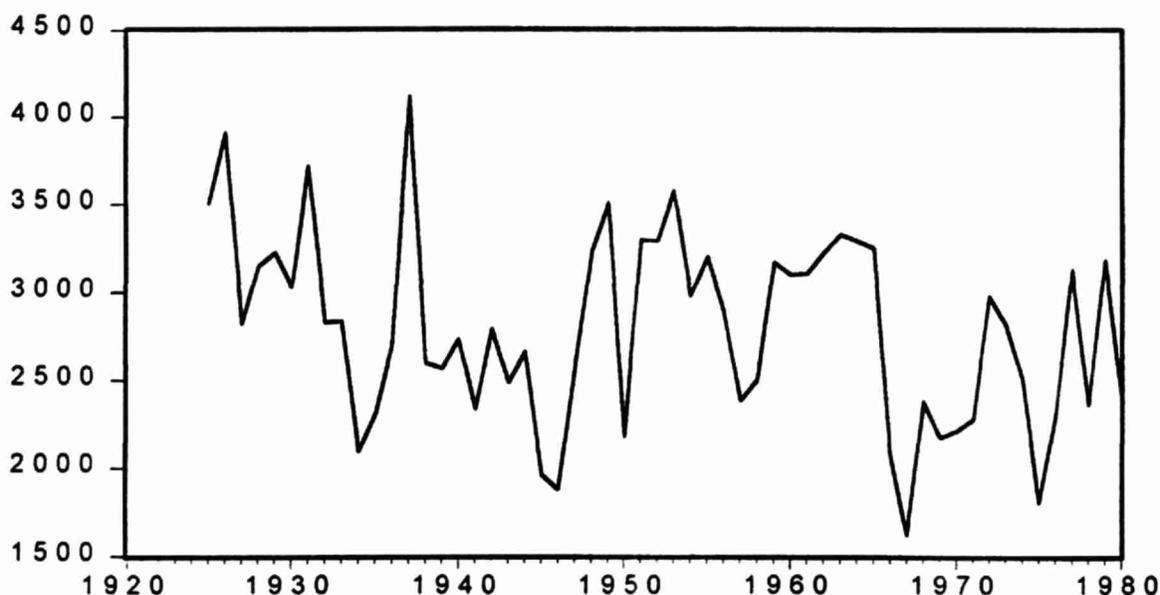
Hasta la década de los años sesenta fue cuando el consumo aparente –definido como la producción nacional más las importaciones del mismo, menos sus exportaciones- paso de 36,232 toneladas a 156,010. En otras palabras, el consumo nacional promedio anual de una década a otra se

había casi quintuplicado, lo cual nos habla de la rápida y explosiva penetración que tuvieron en el mercado interno.<sup>21</sup> Además de un desplazamiento de los mercados de textiles que tradicionalmente habían venido surtiendo las prendas de algodón.<sup>22</sup>

## Los inventarios de los Estados Unidos

Aunque la causa principal del cierre de la viabilidad del sector productor algodonero mexicano vino del lado de la oferta. Los Estados Unidos desde el siglo XIX habían sido y se mantenían como los principales productores mundiales de la fibra, solamente durante los años de la Guerra de Secesión su importancia disminuyó, pero en general habían sido y eran en este momento por mucho, los principales productores y quienes más influían en el precio internacional del producto.<sup>23</sup>

**Gráfica 13**  
**Producción de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980**  
Miles de toneladas



Fuente: Para datos de 1925 a 1960: Bureau of the Census (1961), p. 301 y para datos de 1961 a 1980: Department of Agriculture, (1999), tabla 1

<sup>21</sup> Revista de difusión de la APARM, A. C., abril de 1968, p. 4, 6-7.

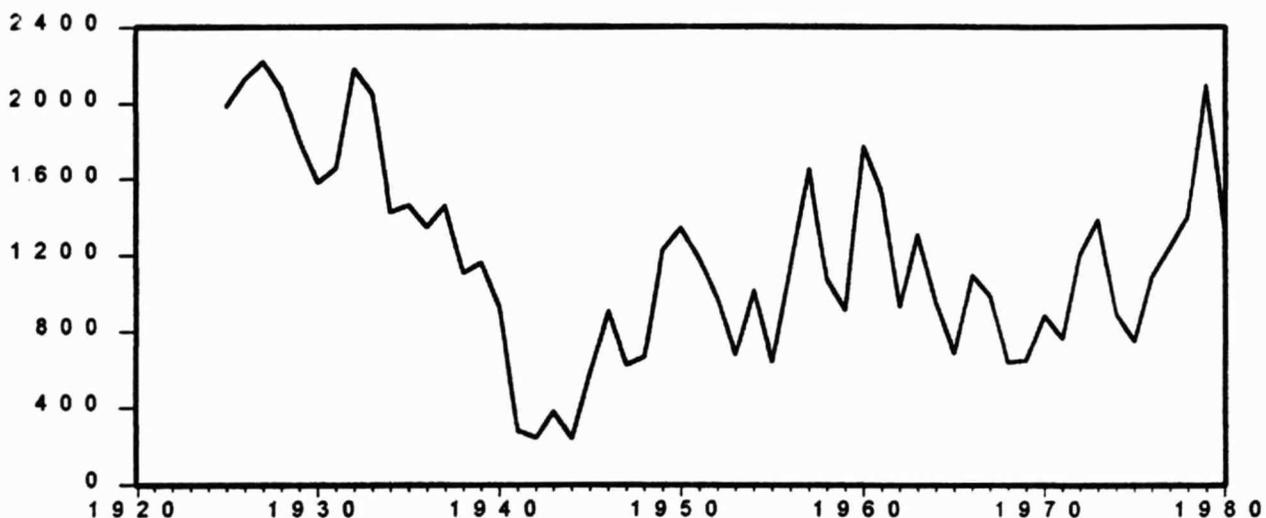
<sup>22</sup> Dicha tendencia del cierre de mercados para los textiles de algodón, se había venido presentando de manera similar en el resto del mundo, pero con mayor anticipación en los países industrializados. Ver Alvarez, Miguel y Herrera, Teresa. "Las fluctuaciones de los precios internacionales del algodón y sus repercusiones en la economía mexicana", en Comercio Exterior, febrero 1979, p. 231-232.

<sup>23</sup> Ver FAO (1958), p. 208-210 además de Blanco, Gonzalo. "El algodón: pesadilla internacional", en Comercio Exterior, mayo de 1956, p. 225.

La producción algodonera de los Estados Unidos muestra grandes altibajos durante todo el periodo 1920-1980, sin embargo estudios y artículos de la época señalan que su participación en el mercado mundial venia bajando hasta finales de la Segunda Guerra Mundial (Ver gráfica 12).<sup>24</sup>

Una tendencia más clara a la baja la registran sus exportaciones, las cuales después de tener promedios anuales de más de dos millones de toneladas exportadas durante la década de los años veinte, llegó a registrar para 1942 apenas si 240,000 toneladas. Cifras que se estuvieron repitiendo durante la primera mitad de la década de los cuarenta, pero al finalizar la Segunda Guerra Mundial se registró un importante reposicionamiento de la producción, aun con mayor intensidad, un repunte de las exportaciones algodoneras estadounidenses (Ver gráfica 13).

**Gráfica 14**  
**Exportación de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980**  
Miles de toneladas



Fuente: Para datos de 1925 a 1960: Bureau of the Census (1961), p. 301 y para datos de 1961 a 1980: Department of Agriculture (1999), tabla 1

Este comportamiento del principal productor mundial de algodón, es el que marcaba en gran medida, el precio internacional del producto, pero sobretodo su política de manejo de inventarios, ya que la mayor parte de la producción estadounidense que no se vendía localmente era comprada por la Commodity Credit Comision (la agencia del gobierno norteamericano encargada de la vigilancia y control interno de los precios de las principales materias primas) y registrada como inventarios sobre

<sup>24</sup> Arguello (1946), p. 27

los cuales las bolsas del algodón en Liverpool y Nueva York llevaban registro para la fijación del precio internacional spot y futuro.<sup>25</sup>

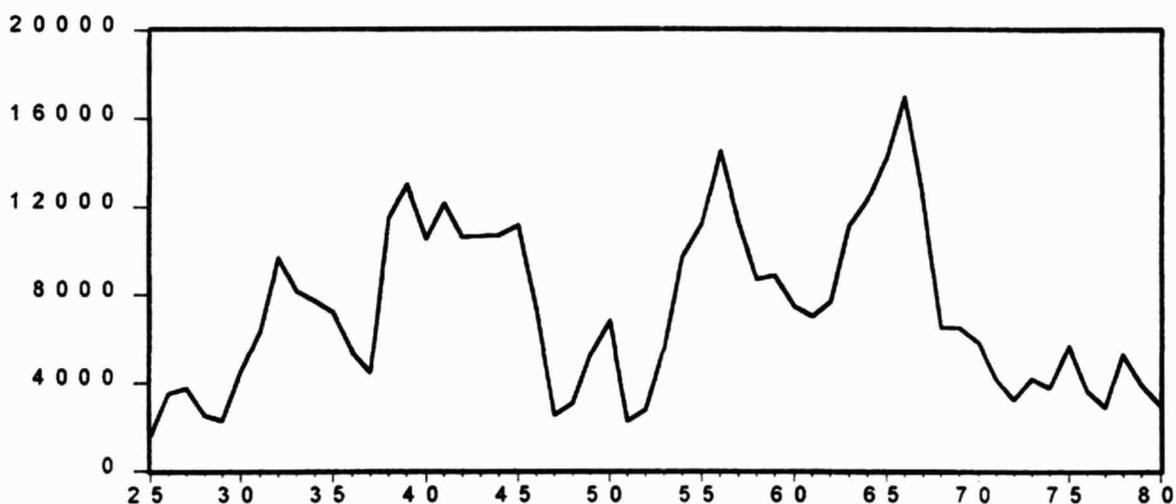
**Cuadro 10**  
**Exportaciones de algodón promedio de los Estados Unidos**  
**Toneladas**

Periodo	Promedio anual
1920-1929	2,044,250.1
1930-1939	1,545,343.8
1940-1949	608,993.1
1950-1959	1,061,632.9
1960-1969	1,056,212.5
1970-1979	1,170,948.7
<b>1ra. Etapa</b>	<b>1,349,286.1</b>
<b>2a Etapa</b>	<b>1,062,307.0</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la gráfica 13

Los inventarios de algodón en los Estados Unidos, se fueron acumulando de manera significativa (Ver gráfica 14). Fue precisamente cuando repuntaron los volúmenes exportados de los Estados Unidos cuando se registró una disminución importante en los inventarios y, de hecho, provocan caídas en los precios internacionales del producto (Ver gráfica 7).

**Gráfica 15**  
**Inventarios de algodón de los Estados Unidos, 1925-1980**  
**Miles de Pacas**



Fuente: Para datos de 1925 a 1960: Bureau of the Census (1961), p. 301 y para datos de 1961 a 1980: Department of Agriculture, (1999), tabla 1

<sup>25</sup> Ver Castellanos, Francisco. "Notas sobre el mercado del algodón", en Comercio Exterior, abril 1959 p. 211-213

Después de esta disminución importante de los niveles de inventarios, éstos no comenzaron a crecer hasta principios de los años cincuenta, llegando incluso a superar los niveles alcanzados en la década anterior. La acumulación excesiva de algodón en las bodegas se explicaba por la recuperación en los niveles de producción local y en unos volúmenes de exportación que no estaban creciendo (Ver gráficas 12 y 13).

El gobierno de los Estados Unidos intentó al término de la Segunda Guerra Mundial, varios métodos para limitar su producción y así evitar los excesivos inventarios a los que había que darles *salida*. Primeramente entregaron un subsidio a los productores por cada acre que dejaran de sembrar algodón, los resultados fueron predecibles, ante el subsidio los agricultores dejaban y registraban siempre sus peores tierras para recibir el subsidio, por lo que los recursos entregados fueron creciendo, más la producción no tuvo descensos importantes.<sup>26</sup>

Finalmente, cuando en los años sesenta se habían acumulado una vez más los inventarios, se tomó la decisión de sacarlos al mercado externo entregando primero un subsidio sobre el precio internacional de seis centavos por paca exportada y posteriormente de 8.2 centavos. Lo que incrementó los niveles de producción exportados, disminuyó los inventarios, pero sobretodo, bajó de manera importante el precio internacional.<sup>27</sup>

## 7. Análisis econométrico

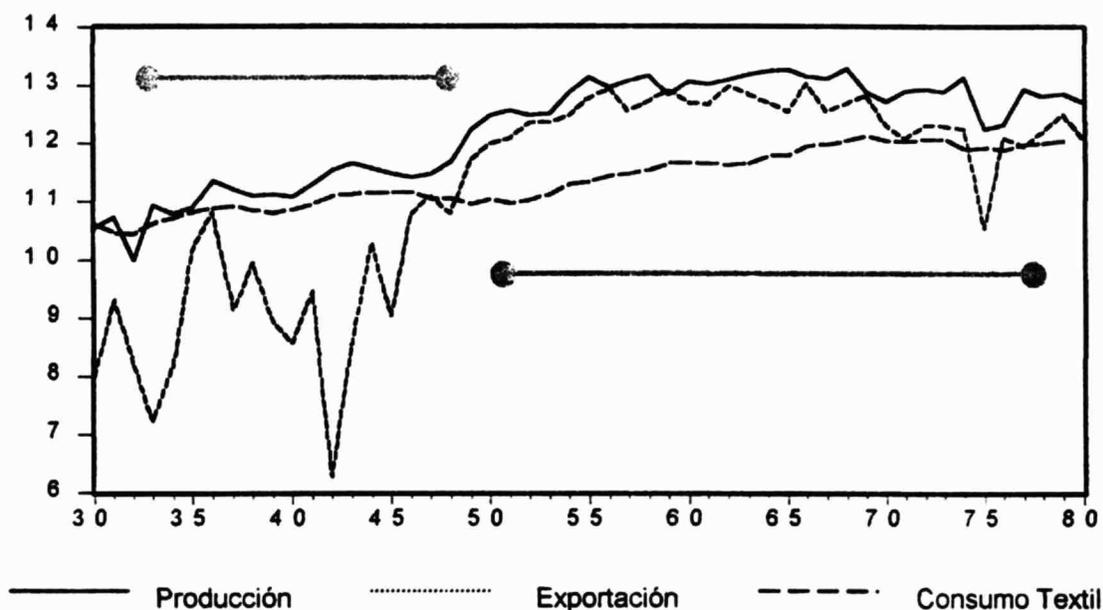
Las siguientes secciones tienen como objeto el empleo de métodos econométricos para probar la hipótesis del cambio estructural que experimenta el sector productor algodonero y la hipótesis de que el aumento en la productividad agrícola algodonera fue consecuencia directa del gasto público en obras de irrigación.

---

<sup>26</sup> Ver FAO (1958), p. 209

<sup>27</sup> Los análisis del momento nos proporcionan evidencia de cómo incluso el solo anuncio de parte de la Commodity Credit Comision de la implementación del subsidio a la exportación, desplomaba los precios internacionales del algodón. Ver Arguello (1946), p. 201-202; así como Castellanos, Francisco. "Notas sobre el mercado del algodón", en Comercio Exterior, abril de 1959, p. 211-213. También se recomienda ver Departamento de Estudios Económicos, "Mercados y Productos" en Comercio Exterior, mayo 1959, p. 290-291.

**Gráfica 16**  
**Logaritmos de la producción, exportación y consumo interno de algodón**  
**en México, 1925-1980**

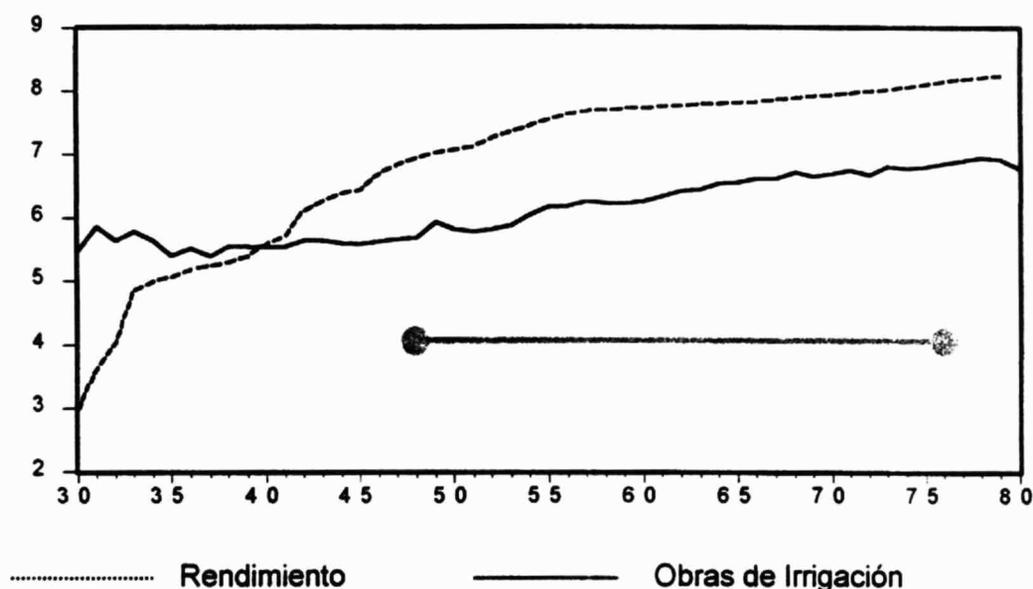


En las gráficas 15 y 16 aparecen representados los niveles o logaritmos naturales de las cinco series principales a trabajar en los modelos econométricos : en la gráfica 16, la serie de la producción nacional de algodón, el consumo interno de la fibra y los montos exportados. Son precisamente estas series las que empleo para probar la hipótesis principal del trabajo. En la gráfica 17 las series son los rendimientos por hectárea cultivada y las hectáreas cubiertas con obras de irrigación, series que se utilizan en para probar la hipótesis secundaria. Ambas gráficas son incluidas para dar una primera impresión del tipo de relación que presentan las variables a trabajar y sobretodo, la coherencia de los argumentos empleados.

En la primera etapa 1920-1945, el sector productor algodonerero del país estaba en su totalidad volcado y dependiente de la demanda interna por parte de la industria textil nacional. A partir de la mitad de los años cuarenta, el sector experimentó un cambio estructural en su orientación y se transformó en un sector exportador, amplió enormemente la frontera agrícola y elevó la producción a niveles nunca antes alcanzados.

De 1920 a 1945, la producción nacional de algodón comparte su tendencia de largo plazo con el consumo interno de la fibra, esto se demuestra mediante la construcción de un modelo de corrección de error y la verificación de existencia de cointegración entre las series. Para la segunda etapa, de 1945 hasta el final del periodo, se demuestra la existencia de cointegración entre las series de la producción nacional y de los volúmenes exportados.

**Gráfica 17**  
**Logaritmos del rendimiento y las hectáreas cubiertas por**  
**obras de irrigación en México, 1925-1980**



En el caso de la segunda hipótesis que atribuye el incremento del rendimiento agrícola algodónero durante la última parte del periodo, a las obras de irrigación. El método de corrección de error reporta la existencia de cointegración o una relación de largo plazo entre las series de rendimiento del sector y de hectáreas cubiertas por obras de irrigación.

Alternativamente, se construyeron dos modelos más de corrección de error para cada una de las etapas del periodo 1920-1980, el primero intenta encontrar cointegración entre la producción nacional de algodón y la producción textil nacional. Para la segunda etapa, se busca la relación entre los volúmenes exportados y el diferencial porcentual entre el precio internacional y el precio nacional. Estos dos nuevos modelos, se construyeron con la intención de probar lo robusto de las hipótesis, sobretodo por las objeciones que pudiera haber al emplear únicamente series que estén contenidas en la serie de producción nacional de algodón. De ahí que se emplee a la producción textil nacional como variable no-contenida en la producción nacional de algodón para poder verificar efectivamente las características propias de la primera parte del periodo 1920-1980<sup>28</sup>.

<sup>28</sup> La producción textil nacional se toma como variable no-contenida dentro de la serie de producción nacional de algodón, ya que representa precisamente la transformación final de ese algodón en textiles. Por lo que podemos afirmar que la demanda de textiles, independiente de las características que determinan la producción de algodón, es la que en última instancia más influye en el consumo industrial de la fibra.

Para poder emplear el uso de los métodos de búsqueda de vectores de cointegración, primeramente es necesario mostrar que las series son no estacionarias, es decir que son I(1) o que su varianza y media cavarían con el tiempo.<sup>29</sup>

**Cuadro 11**  
**Pruebas de detección de raíz unitaria en las series**  
**Dos Rezagos**

Prueba de Raíz Unitaria		
Serie	ADF <sup>1</sup>	PP <sup>2</sup>
Producción	.127	-1.550
Exportación	-1.030	-1.760
Consumo interno	-0.663	-0.747
Rendimiento	0.726	0.250
Obras de irrigación	0.649	1.658
Producción textil	0.381	0.281
Diferencial precios	-2.418	al 5% -3.041409
Precio internacional	Al 10%, 1 rezago - 2.695463	-2.482
Precio nacional	-2.582	Al 5% -3.377093

1. Augmented Dickey-Fuller
2. Philips-Perron Test

El cuadro 11 reporta que en todas las series a utilizar se acepta la hipótesis nula de presencia de una raíz unitaria en ellas. Solamente en las series de los precios nacional e internacional y obviamente, en el diferencial de precios porcentual se presentan discrepancias entre las pruebas. Por ejemplo, la prueba de Dickey-Fuller<sup>30</sup> rechaza la existencia de una raíz unitaria en la serie del precio internacional al 10% con un rezago, sin embargo con la prueba Philips-Perron no puede rechazarse la hipótesis nula.<sup>31</sup>

## Relaciones básicas: Gráficas de dispersión con regresiones

Esta sección presenta alguna de las relaciones principales entre las variables a utilizar en las pruebas de cointegración y en los modelos de corrección de error. Se intentó, primeramente contrastar

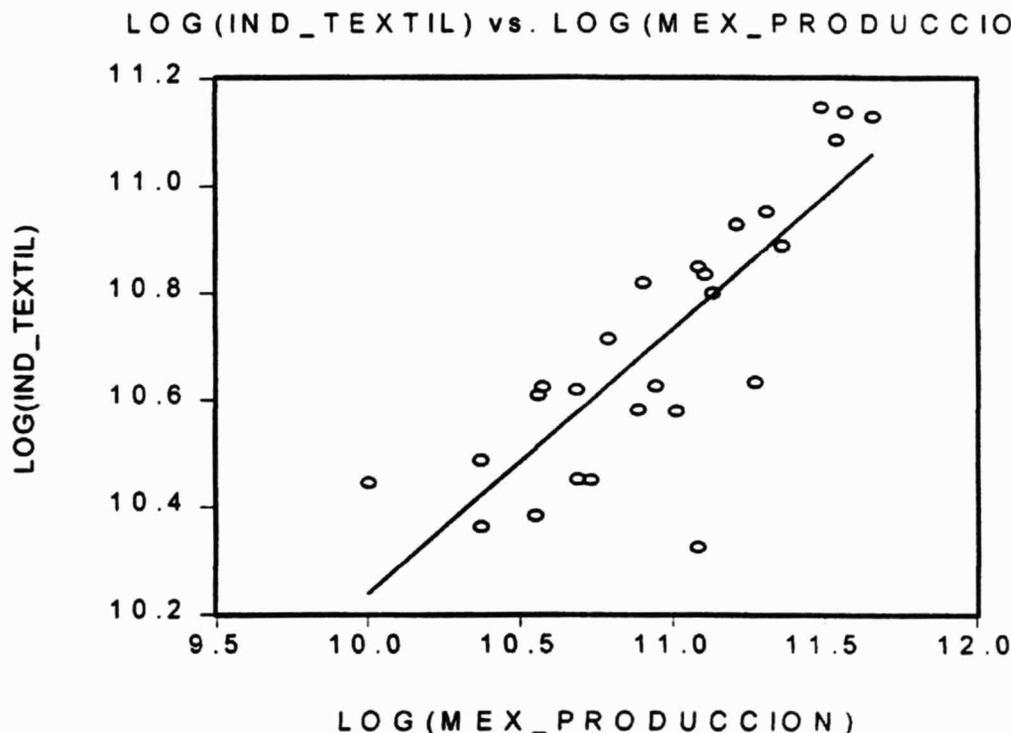
<sup>29</sup> Todas las pruebas y los modelos de corrección de error se realizaron en el programa econométrico E-Views 4.0.

<sup>30</sup> Dickey, D.A. Hasza y Fuller W. (1984).

<sup>31</sup> Este tipo de particularidades con las series ha de ser tomados en cuenta al momento de realizar la construcción de los modelos de corrección de error y las inferencias que se hagan de ellos.

las relaciones básicas tratando de demostrar la existencia del signo teóricamente esperado y ver mediante una gráfica, el comportamiento y tipo de relación entre cada par de series planteadas en este trabajo.

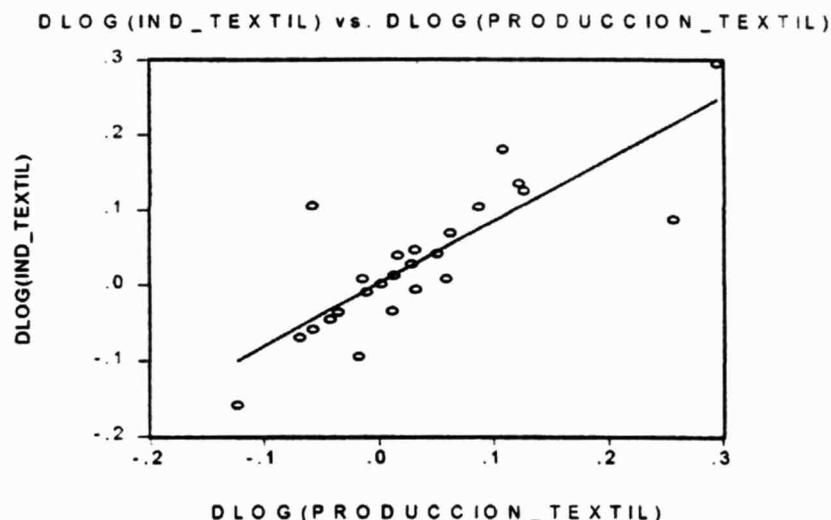
**Gráfica de dispersión 1**  
**Logaritmo del consumo de la industria textil y la producción de algodón, 1920-1945**



La gráfica de dispersión 1 nos relaciona los niveles del consumo interno de algodón por parte de la industria textil y la producción nacional de la fibra para la primera etapa, 1920-1945. En principio detectamos una relación positiva evidente entre los niveles. Es pertinente señalar que dicha pendiente positiva de una regresión simple entre las variables va disminuyendo conforme aumentamos la muestra más allá de la primera etapa.

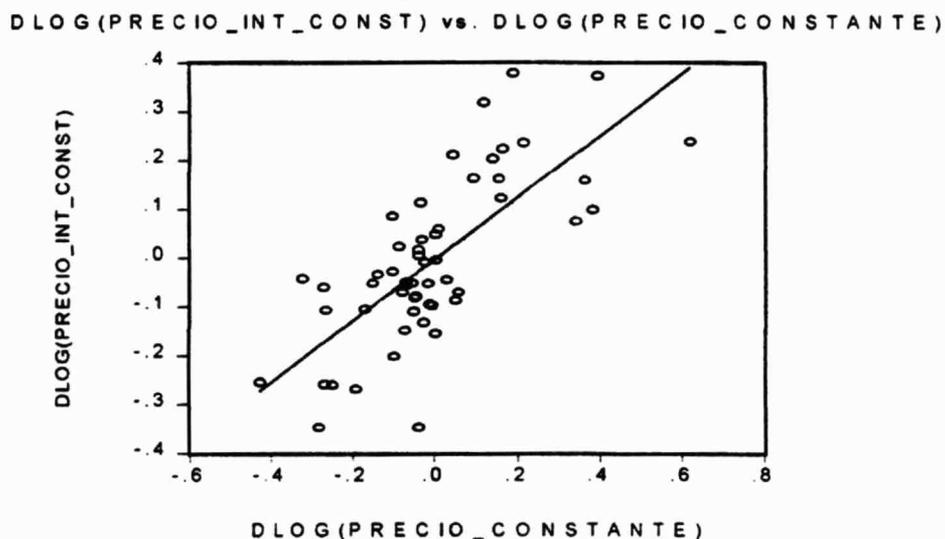
La gráfica de dispersión 2 presenta una relación lógica de tomar en cuenta, las diferencias de los logaritmos de las series de la producción textil nacional y el consumo interno de algodón para la misma primera etapa. La relación es positiva, lo que confirma la validez del empleo de los datos de la producción textil en lugar de los datos del consumo interno de la fibra. Esto para las pruebas de cointegración en la primera etapa, 1920-1945.

**Gráfica de dispersión 2**  
**Diferencias de logaritmos de la producción textil y el consumo de la industria textil,**  
**1920-1945**



La gráfica 3 presenta la relación entre las diferencias de los logaritmos de las series de precios nacional e internacional. Claramente la relación es como esperamos positiva. Los cambios en precio nacional se encuentra plenamente relacionado a lo que ocurre con el precio internacional. Esto valida el escenario de México como país tomador de precios y la no-existencia de rigideces dentro del país que impidieran el ajuste de precios.<sup>32</sup>

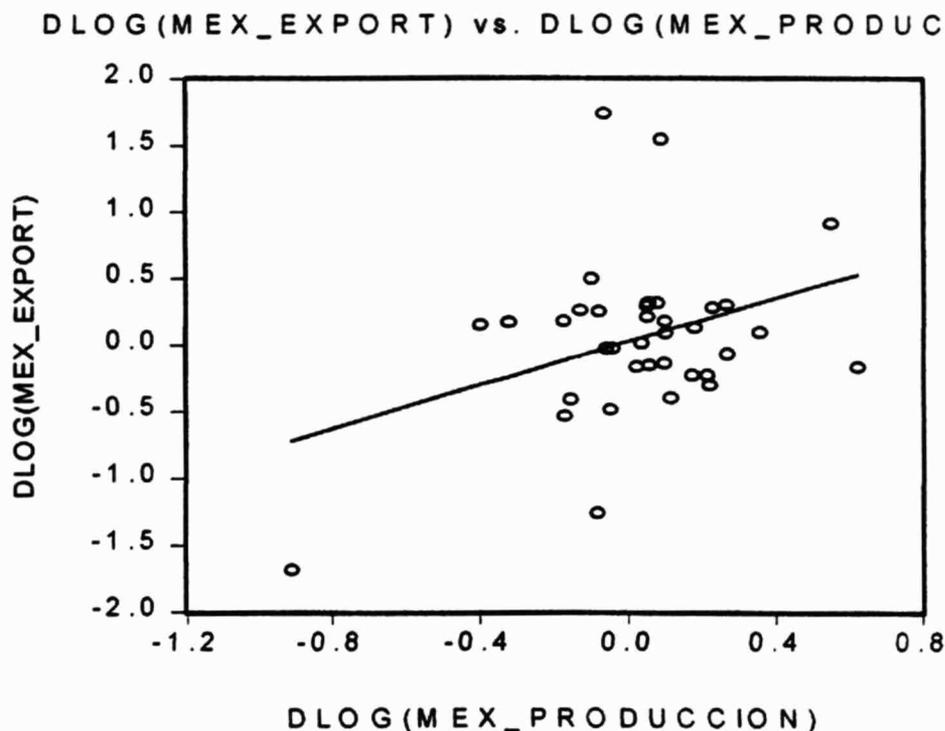
**Gráfica de dispersión 3**  
**Diferencias de logaritmo entre el precio internacional y el nacional, 1920-1980**



<sup>32</sup> Para una referencia acerca de la no-existencia de precios de referencia o de garantía en México para el caso del algodón, ver Alvarez, Miguel, y Herrera, Teresa. "Las fluctuaciones de los precios internacionales del algodón y sus repercusiones en la economía mexicana", en Comercio Exterior, febrero de 1979, p. 224, punto número 5.

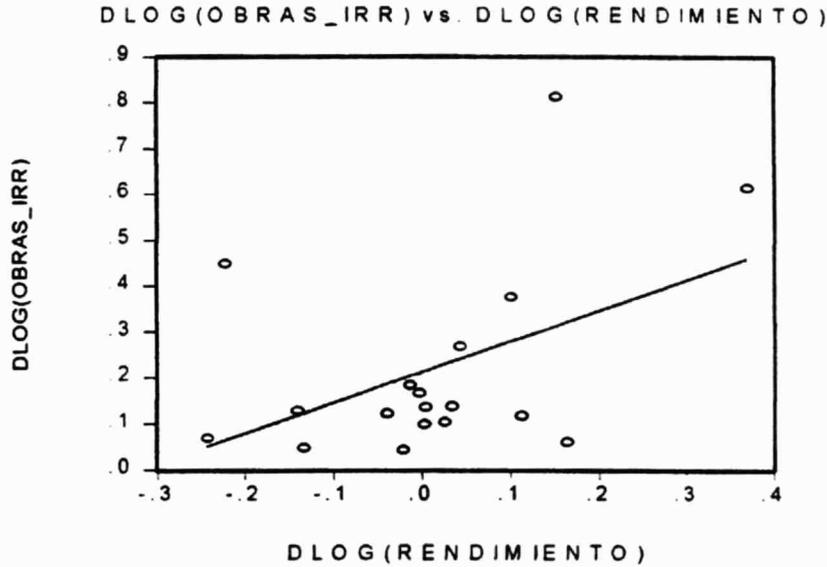
Para la segunda etapa del periodo, de 1945 a 1980, donde la hipótesis principal del trabajo plantea una transformación de la orientación del sector productor algodonero hacia los mercados internacionales, tenemos la gráfica de dispersión 4. En ésta se relacionan las diferencias de los niveles entre la producción nacional de la fibra y los montos exportados de la misma. La gráfica es reveladora al mostrar una relaciona positiva entre las diferencias de las tasas de crecimiento de las series, lo cual nos habla un poco de como las exportaciones fueron el principal componente de los cambios en el sector algodonero durante la segunda etapa.

**Gráfica de dispersión 4**  
**Diferencial de logaritmos de la producción y exportación de algodón, 1945-1980**



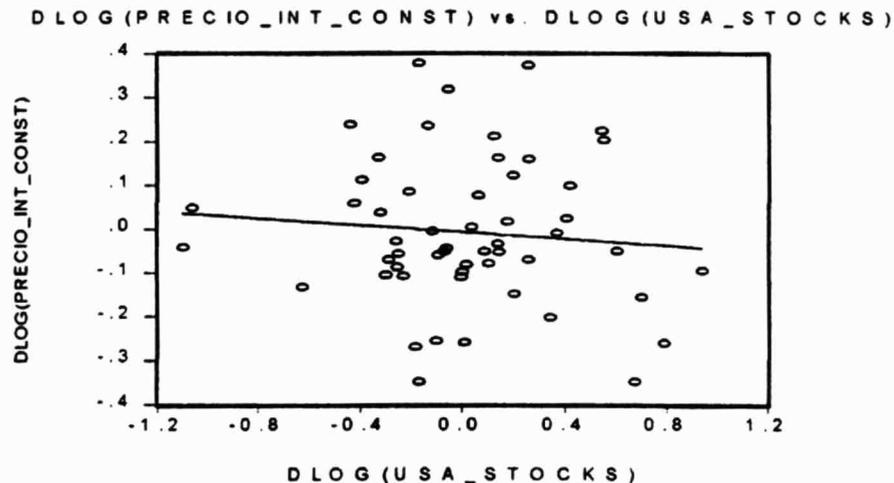
En la explicación de los altos niveles de rendimiento alcanzados por el sector en la segunda mitad del periodo 1945-1980, la evidencia indica que un elemento importante fue el apoyo por medio de la inversión publica en obras de irrigación e infraestructura. La gráfica de dispersión 5 presenta esa relación positiva para el periodo 1930-1980, de las diferencias de las tasas de crecimiento del rendimiento del sector y las hectáreas cubiertas por obras de irrigación.

**Gráfica de dispersión 5**  
**Diferencias de logaritmos del rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980**



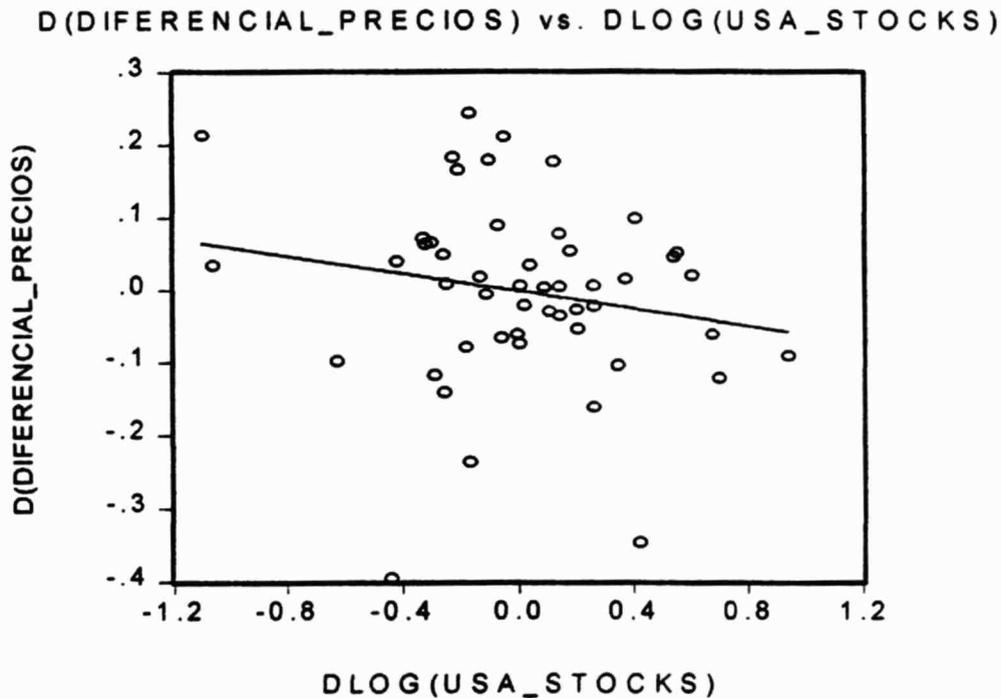
Ahora, un argumento para justificar el agotamiento del sector algodonero nacional y del cierre del diferencial porcentual entre precios, fue el cambio de política norteamericana en el manejo de sus inventarios de algodón. En la gráfica de dispersión numero 6, se presentan las diferencias entre el precio internacional y las diferencias en las tasas de crecimiento de los volúmenes de inventarios estadounidenses. Si bien la gráfica no es tan clara como en los anteriores, la regresión simple nos muestra una pendiente negativa entre las series y nos confirma ésta relación inversa entre los inventarios acumulados en los Estados Unidos y las caídas en el precio internacional.

**Gráfica de dispersión 6**  
**Diferencias de logaritmos del precio internacional y de los inventarios de algodón en E.U., 1920-1980**



El *scatter* o gráfica de dispersión 7 relaciona las diferencias en las tasas de crecimiento de los inventarios norteamericanos con el propio diferencial porcentual entre precios internacional y nacional. La relación entre las variables es como teóricamente se esperaría: negativa -y un poco más clara que la presentada en la gráfica anterior-. Lo que confirma la validez del argumento referente a la importancia de la política de inventarios estadounidense para explicar la caída en precios y el cierre en el diferencial de precios.

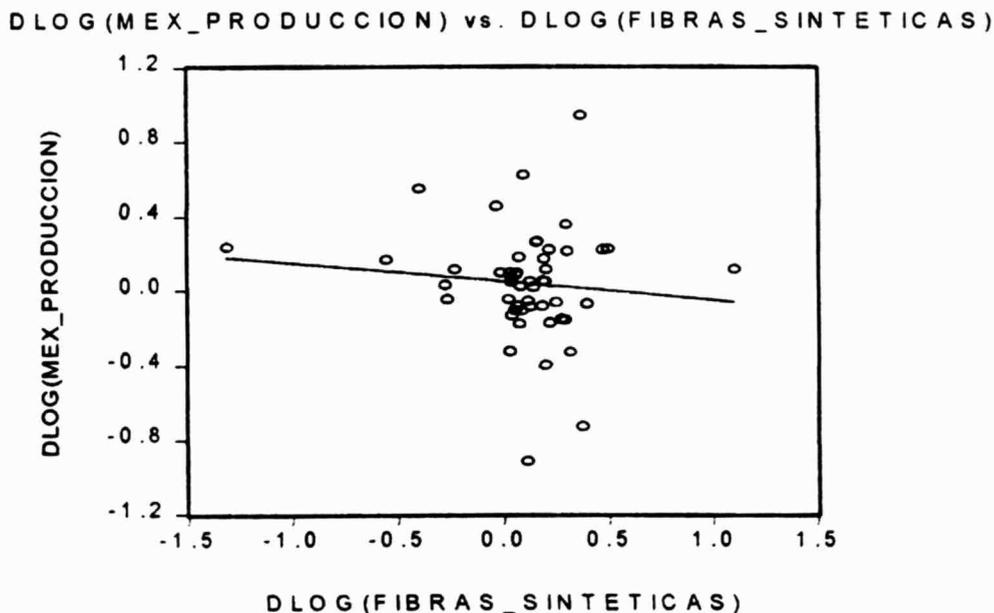
**Gráfica de dispersión 7**  
**Diferencias de logaritmos entre los inventarios de los E.U. y el diferencial porcentual entre precios**



La otra razón importante expuesta como causante del agotamiento del auge algodonero en México, fue la penetración y crecimiento importante del consumo de fibras químicas (sintéticas y celulíticas). La gráfica de dispersión 8 relaciona ésta variable contra la producción nacional de algodón, donde una vez más, el gráfico no es tan obvio, pero la regresión simple nos indica la esperada relación inversa entre las diferencias de los logaritmos.<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Esta sección solo pretende confirmar el tipo de relaciones entre las variables que se han venido exponiendo en el trabajo, las pruebas econométricas que confirmarán las hipótesis se encuentran en la sección siguiente.

**Gráfica de dispersión 8**  
**Diferencias de logaritmos entre la producción de algodón y el consumo aparente de fibras químicas, 1930-1980.**



### **Análisis de cointegración**

En comparación de una simple regresión en diferencias por mínimos cuadrados ordinarios, la existencia de cointegración entre variables nos permite detectar relaciones que no tienen efecto inmediato, sino que requieren de algunos periodos para manifestarse y de un posible equilibrio entre las series a largo plazo.<sup>34</sup>

Si suponemos que solamente existen dos clases de series económicas: series de memoria larga (long-memory) y memoria corta (short-memory). Una variable se conoce como I(0) o short-memory cuando un choque pasado virtualmente no tiene ningún efecto en el valor contemporáneo de la serie. Para una serie I(1) o long-memory, un choque viejo tiene y tendrá impacto en los valores actuales de la serie.

$$x_t = \sum_{j=0}^{\infty} a_j * \xi_{t-j}$$

---

<sup>34</sup> Bhaskara (1994) p. 49-52

Para una serie  $I(0)$  donde  $\xi_{t,j}$  es el término de error,  $a_j$  va a cero cuando  $j$  aumenta, mientras que para una serie  $I(1)$   $a_j$  no se va a cero aunque  $j$  se haga muy grande. Las siguientes reglas sencillas son concernientes a las combinaciones lineales de series tipo  $I(0)$  e  $I(1)$ :

- 1) Si  $x_t \sim I(0)$  entonces  $a + bx_t$  es  $I(0)$
- 2) Si ambos,  $x_t, y_t \sim I(0)$  entonces  $ax_t + by_t$  es  $I(0)$  Si  $y_t \sim I(1)$  entonces  $a + by_t$  es  $I(1)$
- 3) Si  $x_t \sim I(0), y_t \sim I(1)$  entonces  $ax_t + by_t$  es  $I(1)$

*Generalmente:*

- 4) Si ambos,  $x_t, y_t \sim I(1)$  entonces  $ax_t + by_t$  es  $I(1)$

Sin embargo, hay casos especiales en los que 4) no se mantiene. Si  $x_t, y_t$  son  $I(1)$  podría existir una combinación lineal  $z = m + ax_t + by_t$  que es  $I(0)$  y tiene media cero. Entonces se dice que  $x_t, y_t$  están *cointegradas*.

La cointegración es una característica poco común, sin embargo, de encontrarla sus implicaciones importantes. Si  $X_t, Y_t$  son  $I(0)$  con media cero y  $W_t$  es  $I(1)$ , por la propiedad 3) sabemos que  $x_t, y_t$  son  $I(1)$

$$x_t = AW_t + aX_t$$

$$y_t = AW_t + aY_t$$

Sin embargo, la combinación lineal  $z = x_t - Ay_t = X_t - AY_t$  es  $I(0)$  con media cero,  $x_t, y_t$  están *cointegradas porque su característica  $I(1)$  se debe al factor común  $W_t$  que es  $I(1)$  y que comparten ambas series*.

$W_t$  opera como la idea de un *atractor* a donde ambas series cointegradas *tenderán* después de haber recibido un choque externo. De ahí que se hable que series cointegradas comparten su relación de largo plazo y no solamente las variaciones de corto plazo que captan las diferencias de las tasas de crecimiento.<sup>35</sup>

Existen tres métodos para deducir la existencia de cointegración entre variables no estacionarias. El primero es el formulado por Engle y Granger, en el que se detecta la cointegración

---

<sup>35</sup> Ver Engle, R.F. y Granger, W.J. (1991), p. 2-7

entre las series realizando una regresión por mínimos cuadrados ordinarios entre ellas y viendo que los residuos sean estacionarios. El segundo método es el de Máxima Verosimilitud desarrollado por Johansen en 1988. En tercero es el modelo de corrección de error, donde la cointegración se contrasta mediante la significancia del término de corrección de error.<sup>36</sup>

## Datos y variables

Las series de datos son anuales y únicamente los precios son un promedio anual registrado para México por la Secretaria de Agricultura en Econotécnia Agrícola y para el precio internacional reportado por la Bureau of the Census of the United States of America. Todas las series empleadas en los modelos de corrección son las mismas que se trabajaron para presentar los cuadros con los precios, montos y volúmenes promedio anuales de los cuadros en las primeras secciones. A continuación, se presentan cada una de las diferentes variables a emplear en los modelos de corrección, con sus respectivas abreviaturas y nombres usados en las pruebas econométricas.

MEX_PRODUCCIÓN	Producción nacional de algodón
MEX_EXPORT	Exportación mexicana de algodón
DIFERENCIAL_PRECIOS	Diferencial porcentual entre el precio Internacional y el nacional
INDUSTRIA_TEXTIL	Consumo de algodón de la industria textil nacional
SUPERFICIE	Superficie cosechada con algodón en México
RENDIMIENTO	Kilogramos por hectárea de algodón
OBRAS_IRR	Hectáreas cubiertas por obras de irrigación
PRECIO_CONSTANTE	Precio nacional por tonelada de algodón pluma a pesos de 1960.
PRECIO_INT_CONSTANTE	Precio internacional por tonelada de algodón pluma en pesos de 1960.
PRODUCCIÓN_TEXTIL	Producción textil de la nación.

<sup>36</sup> En este trabajo se empleara el ultimo método y se harán las pruebas de cointegración con el método de Johansen

## 8. Resultados

### Prueba de cointegración y modelo de corrección de error entre la producción de algodón y el consumo interno de la industria textil para la primera etapa, 1920-1945

En el trabajo se divide el periodo 1920-1980 en dos etapas, la primera que va desde 1920 hasta 1945, caracterizada por un sector agrícola algodonero poco importante y dependiente por completo de la demanda interna nacional de la industria textil. Para probar la validez del argumento, en la tabla 1 se realizó una prueba de causalidad de Granger a las series de producción nacional y consumo interno.

**Tabla 1**  
**Prueba de causalidad de Granger para la primer etapa, 1920-1945**

Pairwise Granger Causality Tests				
Date: 06/28/01 Time: 22:12				
Sample: 1920 1945				
Lags: 1				
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability	
DLOG(IND_TEXTIL) does not Granger Cause DLOG(MEX_PRODUCCION)	24	8.96093	0.00692	
DLOG(MEX_PRODUCCION) does not Granger Cause DLOG(IND_TEXTIL)		1.13795	0.29820	

En esta prueba, los resultados muestran que tenemos que aceptar la hipótesis alternativa de que las primeras diferencias del logaritmo natural de la demanda interna *causan en el sentido de Granger* a las diferencias del logaritmo natural de la producción nacional, ya que el estadístico F asocia una probabilidad de .0069, por lo que rechazamos la hipótesis nula al 99% de confianza.

Este resultado dice que por lo menos en la primer etapa, los movimientos de la demanda interna de algodón, precedieron a los registrados en la producción nacional y de ahí que se hable que una variable *cause* a la otra.<sup>37</sup>

A continuación se presentan en la tabla 2, los resultados de la prueba de existencia de cointegración de Johansen para la etapa 1920-1945.<sup>38</sup> En la cual encontramos que con cuatro rezagos de las variables, no podemos rechazar al 5% que no exista un vector de cointegración entre las series

<sup>37</sup> Ver E-Views, Help Topics: Granger Causality Test

<sup>38</sup> Johansen, S. (1988)

de la producción nacional y el consumo interno. Aunque en la segunda parte, si podemos rechazar la existencia de más de un vector de cointegración entre las series.

**Tabla 2**  
**Prueba de cointegración de Johansen para la primer etapa, 1920-1945**

Series: LOG(MEX_PRODUCION) LOG(IND_TEXTIL) 1925-1944				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None *	0.560193	17.47830	15.41	20.04
At most 1	0.051143	1.049936	3.76	6.65

Habiendo aceptado la posible presencia de un vector de cointegración entre las series, tomamos el vector de cointegración ya normalizado que nos proporciona la prueba, contra el cual compararemos nuestro resultado del modelo de corrección de error. El coeficiente del vector reportado, es significativamente diferente de cero ya que su estadístico t es superior al valor crítico de  $-2$  (Ver tabla 3).

**Tabla 3**  
**Vector de cointegración de la prueba de Johansen para la etapa, 1920-1945**

1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	53.84051
Normalized cointegrating coefficients (std.err. in parentheses)			
LOG(MEX_PRODUCION)	LOG(IND_TEXTIL)		
1.000000	-1.837049		
	(0.23113)		

A continuación en la tabla 4 se presentan la aproximación del modelo de corrección de error en el que se confirma que al menos en la primera etapa ambas series de la producción algodonera y la demanda interna estaban cointegradas y compartían la tendencia de largo plazo.

**Tabla 4**  
**Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error**  
**de la primer etapa, 1920-1945**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/06/01 Time: 12:03				
Sample(adjusted): 1924 1944				
Included observations: 21 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCCION(-1))	<b>-0.838860</b>	0.228446	<b>-3.672029</b>	0.0023
LOG(IND_TEXTIL(-1))	1.008779	0.410501	2.457436	0.0266
DLOG(IND_TEXTIL(-1))	1.624444	0.606695	2.677529	0.0172
DLOG(IND_TEXTIL(-2))	-1.331861	0.585831	-2.273456	0.0381
DLOG(IND_TEXTIL(-3))	1.264743	0.579699	2.181723	0.0455
C	-1.604110	3.044688	-0.526855	0.6060
R-squared	<b>0.789622</b>	Mean dependent var		0.048873
Adjusted R-squared	0.719496	S.D. dependent var		0.411517
S.E. of regression	0.217950	Akaike info criterion		0.025855
Sum squared resid	0.712534	Schwarz criterion		0.324290
Log likelihood	5.728524	F-statistic		11.26003
Durbin-Watson stat	1.909779	Prob(F-statistic)		0.000120

En la tabla 4 se aprecia un estadístico t del logaritmo natural de la producción nacional de algodón superior al -3.5 requerido por Ericsson y MacKinnon para aceptar la existencia de cointegración entre las series. Además de depurar los coeficientes que resultaron no significativamente diferentes de cero.<sup>39</sup>

El vector de cointegración sobre el que se construye el modelo de corrección de error es el siguiente **(1, -1.2025594)**, con el cual se correrá el modelo final y se llevarán a cabo las pruebas sobre los residuos y coeficientes para verificar su estabilidad.

En la Tabla 5 tenemos los resultados finales del modelo, en el que el coeficiente del término de corrección de error se encuentra entre -1 y 0, (-.8338) tal y como indica la teoría que debe de ser para considerar que la velocidad de ajuste entre las variables es razonable. Además de que todos los coeficientes que habían sobrevivido la eliminación previa siguen siendo significativamente diferentes de cero.

<sup>39</sup> Ver Ericsson y MacKinnon (1999).

**Tabla 5**  
**Resultados del modelo de corrección de error depurado**  
**para primer etapa, 1920-1945**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/06/01 Time: 12:05				
Sample(adjusted): 1924 1944				
Included observations: 21 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCION(-1))+(-1.2025594*LOG(IND_TEXTIL(-1)))	<b>-0.838860</b>	0.220119	<b>-3.810937</b>	0.0015
DLOG(IND_TEXTIL(-1))	1.624445	0.529870	3.065740	0.0074
DLOG(IND_TEXTIL(-2))	-1.331861	0.530771	-2.509297	0.0232
DLOG(IND_TEXTIL(-3))	1.264744	0.535150	2.363346	0.0311
C	-1.604106	0.418725	-3.830927	0.0015
R-squared	<b>0.789622</b>	Mean dependent var		0.048873
Adjusted R-squared	0.737027	S.D. dependent var		0.411517
S.E. of regression	0.211029	Akaike info criterion		-0.069383
Sum squared resid	0.712534	Schwarz criterion		0.179313
Log likelihood	5.728524	F-statistic		15.01338
Durbin-Watson stat	1.909779	Prob(F-statistic)		0.000028

En general, con el buen nivel de cointegración entre las series, se puede afirmar que en la primera etapa, 1920-1945, la producción nacional de algodón estaba cointegrada con el consumo interno de la industria textil. Lo cual valida económicamente la hipótesis de las características de este sector en un inicio: cerrado y volcado de lleno a la demanda interna.

El modelo, está bien especificado, no tiene aberraciones en los residuos y no presenta problemas de estabilidad en los coeficientes estimados, los resultados puntuales de todas las pruebas pertinentes para validar la consistencia del modelo están incluidas en el anexo número uno del presente trabajo.

### **Prueba de cointegración y modelo de corrección de error entre la producción nacional de algodón y la exportación para la segunda etapa, 1945-1980.**

En esta sección se emplean las mismas técnicas econométricas de cointegración, ahora entre las series de la producción nacional de algodón como variable débilmente endógena y la serie de la exportación de la fibra como la variable débilmente exógena. Con este modelo se pretende mostrar que

a partir de 1945 se dio en el sector algodonero una transformación hacia el mercado externo, alcanzando un nivel importante como aportador de divisas para el país.

**Tabla 6**  
**Prueba de causalidad de Granger para la segunda etapa, 1945-1980**

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 06/06/01 Time: 11:31			
Sample: 1945 1980			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
DLOG(MEX_EXPORT) does not Granger Cause DLOG(MEX_PRODUCCION)	47	8.03857	0.00201
DLOG(MEX_PRODUCCION) does not Granger Cause DLOG(MEX_EXPORT)		3.24344	0.06087

La prueba de causalidad de Granger de la tabla 6 para inferir en primera instancia la causalidad de una variable sobre otra, una vez más la variable señalada como débilmente exógeno -la exportación nacional- es la que *causa en el sentido de Granger* a la variable débilmente endógena -la producción nacional-.

La prueba de Johansen de la tabla 7 rechaza la hipótesis de no-existencia de un vector de cointegración entre la producción algodonera y los montos exportados, por lo que se considera la presencia de al menos un vector de cointegración entre las series, ya que tampoco se acepta la hipótesis de que exista más un vector de cointegración entre las series.

**Tabla 7**  
**Prueba de cointegración de Johansen para la segunda etapa, 1945-1980**

Series: LOG(MEX_PRODUCCION) LOG(MEX_EXPORT)				
Lags interval (in first differences): 1 to 3				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized	Eigenvalue	Trace	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)		Statistic	Critical Value	Critical Value
None **	0.488382	31.39113	15.41	20.04
At most 1	0.213531	2.985818	3.76	6.65

Dicha prueba de cointegración de Johansen proporciona un vector de cointegración, en el que la variable débilmente endógena aparece normalizada a 1 mientras que el coeficiente de la variable débilmente exógeno aparece ajustada a esa normalización. En éste caso, se comprueba que la variable

MEX\_EXPORT sea significativa, por lo que se obtiene el estadístico t dividiendo el coeficiente entre el error estándar que esta entre paréntesis (Ver tabla 8).

**Tabla 8**  
**Vector de cointegración de la prueba de Johansen para la segunda etapa, 1945-1980**

1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	27.25381
Normalized cointegrating coefficients (std.err. in parentheses)			
LOG(MEX_PRODUCION)	LOG(MEX_EXPORT)		
1.000000	-0.515141		
	(0.11634)		

En este caso el estadístico t es superior a nuestro valor crítico de 2, por lo que se procede a la búsqueda del vector de cointegración y del modelo de corrección de error no restringido. Los resultados son los mostrados en la tabla 9, en la que se aprecia un estadístico t referente al logaritmo natural de la producción nacional menor a  $-3.5$ , por lo que según los requerimientos de Ericsson y MacKinnon, si existe cointegración entre las series.

**Tabla 9**  
**Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error segunda etapa, 1945-1980**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/06/01 Time: 11:36				
Sample: 1945 1974				
Included observations: 30				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCION(-1))	<b>-0.569923</b>	0.138908	<b>-4.102874</b>	0.0004
LOG(MEX_EXPORT(-1))	0.285570	0.084731	3.370316	0.0024
DLOG(MEX_EXPORT(-1))	-0.179492	0.061057	-2.939720	0.0068
C	3.829740	0.901841	4.246578	0.0002
R-squared	<b>0.417118</b>	Mean dependent var		0.052508
Adjusted R-squared	0.349862	S.D. dependent var		0.196257
S.E. of regression	0.158244	Akaike info criterion		-0.725785
Sum squared resid	0.651074	Schwarz criterion		-0.538959
Log likelihood	14.88678	F-statistic		6.201979
Durbin-Watson stat	1.772411	Prob(F-statistic)		0.002539

El vector de cointegración entre las series es  $(1, -0.501067688)$ , el cual se emplea en la construcción del modelo de corrección de error. La tabla 10 muestra los resultados finales de dicho

modelo, en el que aparece un coeficiente para el término de corrección de error mayor a  $-1$  y menor a  $0$ ,  $(-.56992)$  como se espera que ocurra en un modelo bien construido.

**Tabla 10**  
**Resultados del modelo de corrección de error depurado**  
**segunda etapa, 1945-1980**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/06/01 Time: 11:40				
Sample: 1945 1974				
Included observations: 30				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCION(-1))+(-.501067688*LOG(MEX_EXPORT(-1)))	<b>-0.569924</b>	0.131435	<b>-4.336149</b>	0.0002
DLOG(MEX_EXPORT(-1))	-0.179492	0.059756	-3.003740	0.0057
C	3.829738	0.870561	4.399163	0.0002
R-squared	<b>0.417118</b>	Mean dependent var		0.052508
Adjusted R-squared	0.373942	S.D. dependent var		0.196257
S.E. of regression	0.155286	Akaike info criterion		-0.792452
Sum squared resid	0.651074	Schwarz criterion		-0.652332
Log likelihood	14.88678	F-statistic		9.660775
Durbin-Watson stat	1.772411	Prob(F-statistic)		0.000684

Un elemento a resaltar del modelo presentado, es el valor reportado para la  $R^2$ , el cual es de apenas un 0.417. Este nivel puede parecer sumamente bajo, sin embargo es conveniente considerar que lo más importante de un modelo de corrección de error es precisamente que sustenta la existencia de cointegración entre ambas series.

Finalmente al presentar este modelo de cointegración entre las series de producción nacional algodonera y los montos exportados, se demuestra que para la segunda etapa del periodo 1945-1980, la relación de largo plazo ya no se presenta con la demanda interna, sino que ahora se presenta con la serie de algodón exportado. Por lo que la relación de largo plazo se haya ahora entre la producción y la exportación, lo que habla de que toda la producción nacional estaba influida por los mercados externos.

Los detalles referentes a todas las pruebas pertinentes sobre los residuos del modelo y sobre los coeficientes reportados por el mismo, se presentan en el anexo número dos del presente trabajo.

**Prueba de cointegración y modelo de corrección de error entre el rendimiento por hectárea y las hectáreas cubiertas por obras de irrigación para el período, 1930-1980.**

En esta parte se presentan los resultados del modelo de corrección de error usando la serie del rendimiento por hectárea del sector agrícola y la serie de hectáreas cubiertas por obras de irrigación. La hipótesis secundaria es que durante el periodo de estudio, las obras de infraestructura e irrigación construidas por el gobierno mexicano fueron causa fundamental que explica los incrementos importantes de productividad en el sector algodonero.

Los datos indican que estas obras de infraestructura, canales de riego, presas, represas, caminos, etc. fueron construidas por el Estado mexicano desde los años treinta, en su mayor parte, en los estados norteros y en particular en las zonas productoras agrícolas algodoneras.<sup>40</sup>

Para probar la hipótesis, la tabla 11 muestra los resultados de la prueba de causalidad de Granger, en la cual el estadístico F (0.004) da evidencia para rechazar la hipótesis nula de que las diferencias del logaritmo natural de las obras de irrigación *no causan en el sentido de Granger* a las diferencias del logaritmo natural del rendimiento por hectárea del sector algodonero, por lo que se acepta la causalidad en el sentido de Granger de las obras de irrigación sobre el rendimiento.

**Tabla 11**  
**Prueba de causalidad de Granger para el rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980**

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 06/29/01 Time: 22:29			
Sample: 1930 1980			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
DLOG(OBRAS_IRR) does not Granger Cause DLOG(RENDIMIENTO)	47	6.07956	0.00480
DLOG(RENDIMIENTO) does not Granger Cause DLOG(OBRAS_IRR)		3.36409	0.18927

Con este resultado favorable a la hipótesis a probar, se procede a realizar la prueba de cointegración de Johansen entre las series involucradas, tomando como la variable débilmente endógena al rendimiento por hectárea y como variable débilmente exógena a las hectáreas cubiertas por las obras de irrigación. Los resultados muestran que el estadístico de Johansen de 30.47 supera con

<sup>40</sup> Ver Aboites, (1990), p. 31-33.

mucho el valor crítico de existencia de un vector al 99% de probabilidad al tiempo que se rechaza la existencia de más de un vector de cointegración entre las series (Ver tabla 12).

**Tabla 12**  
**Prueba de cointegración de Johansen entre el rendimiento y las obras de irrigación, 1930-1980**

Included observations: 40 after adjusting endpoints				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: LOG(RENDIMIENTO) LOG(OBRAS_IRR)				
Lags interval (in first differences): 1 to 3				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None **	0.493832	30.47811	15.41	20.04
At most 1	0.077868	3.242674	3.76	6.65

El vector de cointegración normalizado proporcionado por la prueba de Johansen, muestra un coeficiente para el nivel de la serie de las obras de irrigación que es significativamente diferente de cero, por lo que se procede con la realización del modelo de corrección de error (Ver tabla 13).

**Tabla 13**  
**Vector de cointegración de la prueba de Johansen para el modelo rendimiento - obras Irrigación, 1930-1980**

1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	164.4194
Normalized cointegrating coefficients (std.err. in parentheses)			
LOG(RENDIMIENTO)	LOG(OBRAS_IRR)		
1.000000	-0.559634		
	(0.08313)		

El modelo de corrección de error en su primer etapa, muestra que se sigue aceptando la presencia de un vector de cointegración entre las series del rendimiento del sector y las obras de irrigación, ya que el estadístico t cumple al ser menor al valor crítico de  $-3.5$  pedido por Ericsson y MacKinnon (Ver tabla 14).

El valor de la  $R^2$  es de 0.594, lo cual podría ser interpretado como un valor bajo, aunque hay que recordar que lo más importante de este tipo de modelos es el hallazgo de un vector de

cointegración entre las series involucradas, lo que habla de un tipo de relación especial entre los datos, ya que estarían compartiendo la tendencia de largo plazo y no solamente algunas variaciones por periodos.<sup>41</sup>

**Tabla 14**  
**Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error**  
**rendimiento - obras irrigación, 1930-1980**

Dependent Variable: DLOG(RENDIMIENTO)				
Method: Least Squares				
Date: 06/04/01 Time: 22:29				
Sample: 1930 1980				
Included observations: 40				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(RENDIMIENTO(-1))	-0.412894	0.088945	-4.642150	0.0001
LOG(OBRAS_IRR(-1))	0.226054	0.069112	3.270849	0.0027
DLOG(RENDIMIENTO(-2))	-0.502602	0.150154	-3.347239	0.0022
DLOG(OBRAS_IRR(-2))	-0.479189	0.198707	-2.411539	0.0222
DLOG(OBRAS_IRR(-3))	-0.590365	0.184142	-3.206038	0.0032
C	1.026627	0.296306	3.464750	0.0016
R-squared	0.594036	Mean dependent var		0.032657
Adjusted R-squared	0.509708	S.D. dependent var		0.077163
S.E. of regression	0.059284	Akaike info criterion		-2.661927
Sum squared resid	0.105439	Schwarz criterion		-2.398007
Log likelihood	53.91469	F-statistic		5.858546
Durbin-Watson stat	2.360019	Prob(F-statistic)		0.000685

En la etapa intermedia de la construcción del modelo, el vector de cointegración entre las series es (1, **-0.54735598**), el cual es muy similar al reportado por la prueba de cointegración de Johansen en la tabla 13, lo que constituye un elemento más que verifica la validez de la construcción correcta del modelo.

Después de conformar el modelo de corrección de error y de agrupar el término en niveles que proporciona la velocidad de ajuste entre las series en el largo plazo, los resultados en los coeficientes son muy similares a los obtenidos previamente, además de que el valor del estadístico t se robusteció al bajar hasta un valor de **-4.99**, lo que habla de la significancia del término de corrección de error. Otra observación pertinente es el valor del coeficiente del término de error de **-0.4128**, el cual se interpreta como la velocidad de ajuste entre las series y teóricamente debe ubicarse entre el rango de **-1** y **0**.

<sup>41</sup> Ver Engle y Granger (1991).

**Tabla 15**  
**Resultados del modelo de corrección de error depurado**  
**rendimiento - obras irrigación, 1930-1980**

Dependent Variable: DLOG(RENDIMIENTO)				
Method: Least Squares				
Date: 06/04/01 Time: 22:40				
Sample: 1930 1980				
Included observations: 36				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(RENDIMIENTO(-1))+(-.54735598*LOG(OBRAS_IRR(-1)))	-0.412850	0.082584	-4.999171	0.0000
DLOG(RENDIMIENTO(-2))	-0.502612	0.147581	-3.405669	0.0018
DLOG(OBRAS_IRR(-2))	-0.479355	0.163481	-2.932167	0.0063
DLOG(OBRAS_IRR(-3))	-0.590425	0.176933	-3.336992	0.0022
C	1.026959	0.196755	5.219494	0.0000
R-squared	0.594036	Mean dependent var		0.032657
Adjusted R-squared	0.528750	S.D. dependent var		0.077163
S.E. of regression	0.058320	Akaike info criterion		-2.717483
Sum squared resid	0.105439	Schwarz criterion		-2.497549
Log likelihood	53.91469	F-statistic		7.567287
Durbin-Watson stat	2.360224	Prob(F-statistic)		0.000225

Seguramente que muchos otros elementos influyeron en la elevación de la productividad del sector agrícola algodonnero mexicano en este periodo, sin embargo, no se encontró datos de otra variable que acompañara a la inversión pública en obras de infraestructura. Sería interesante la realización de un trabajo más a fondo sobre los condicionantes particulares de cada región que permitieron esta expansión de la producción, y la elevación de la productividad en pocos años.

Hasta ahora se puede afirmar que al menos el rendimiento alcanzado por el sector algodonnero nacional tuvo una fuerte explicación en el gasto público ejercido para infraestructura en general y en obras de riego y almacenamiento en lo particular. Hipótesis que se prueba con la existencia de un vector de cointegración entre ambas series.

El modelo una vez más se encuentra bien especificado y no presenta ningún problema con la normalidad de los residuos, problemas de autocorrelación o heterocedasticidad. Asimismo, se comporta bien ante las pruebas de estabilidad de los coeficientes estimados y no se detectaron la presencia de *outlayers* que estuvieran *forzando* la cointegración. Los resultados de todas las pruebas al detalle se encuentran en el anexo número tres del presente documento.

## Prueba de cointegración y modelo de corrección de error entre la producción de algodón y la producción textil para la primera etapa, 1930-1948.

Durante la preparación de este trabajo, algunas opiniones sugerían que un mejor método para probar la dependencia del sector algodonero de la demanda interna, sería no el usar la serie del algodón consumido por la industria, sino la producción nacional de textiles. En este apartado se presenta un modelo de corrección de error construido con dichas series: la producción algodonera y la producción textil.

La búsqueda de la existencia de cointegración entre las series fue mucho más difícil que en la primera prueba y únicamente se puede reportar su existencia para el periodo 1930-1948, ya que cualquier intento por aproximar más el periodo 1920-1945, terminaba por completo con la relación entre las variables.

En la tabla 16, se reportan los resultados de la prueba de causalidad de Granger entre las series de nuestro interés, en éste caso la causalidad si resulta como la esperaríamos: La producción textil *causa en el sentido de Granger* a la producción de algodón, esto para la primer etapa que va de 1920 a 1945. Es estadístico F de 22.53 nos representa una probabilidad bastante baja, por lo que tenemos que aceptar la hipótesis alternativa.

**Tabla 16**  
**Prueba de causalidad de Granger para producción textilera nacional y la producción de algodón, 1920-1945**

Pairwise Granger Causality Tests				
Date: 06/17/01 Time: 13:28				
Sample: 1920 1945				
Lags: 1				
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability	
DLOG(PRODUCCION_TEXTIL) does not Granger Cause DLOG(MEX_PRODUCCION)	28	22.5386	7.2E-05	
DLOG(MEX_PRODUCCION) does not Granger Cause DLOG(PRODUCCION_TEXTIL)		3.02055	0.09452	

La prueba de cointegración de Johansen muestra que únicamente cuando tomamos el periodo de 1930 a 1948, existe evidencia estadística de presencia de cointegración entre las variables, tomando una vez más, como variable débilmente endógena a la producción nacional de algodón y como variable débilmente exógeno a la producción textil. Empleando tres rezagos en la prueba de Johansen tenemos

que no podemos ignorar la presencia de un vector de cointegración entre las series al 99% de probabilidad (Ver tabla 17).

**Tabla 17**  
**Prueba de cointegración de Johansen entre la producción algodonera y la producción textil, 1930-1948**

Date: 06/30/01 Time: 18:10				
Sample: 1930 1948				
Included observations: 19				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: LOG(MEX_PRODUCION) LOG(PRODUCCION_TEXTIL)				
Lags interval (in first differences): 1 to 3				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized		Trace	5 Percent	1 Percent
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Critical Value
None **	0.637153	20.42735	15.41	20.04
At most 1	0.059505	1.165633	3.76	6.65

La segunda parte si se rechaza, eliminando la posibilidad de que exista entre las series más de un vector, ya que el estadístico obtenido no alcanza al valor crítico mínimo al 5% de probabilidad, aceptando la hipótesis nula de que como máximo hay un vector de cointegración. Dicho vector Johansen lo reporta en su prueba ya normalizado con el que se podría realizar el modelo de corrección de error restringido, sin embargo, se prefiere inferir el vector de cointegración (Ver tabla 18).

**Tabla 18**  
**Vector de cointegración de la prueba de Johansen para producción algodón - producción textil, 1930-1980**

1 Cointegrating Equation(s):	Log likelihood	43.12347
Normalized cointegrating coefficients (std.err. in parentheses)		
LOG(MEX_PRODUCION)	LOG(PRODUCCION_TEXTIL)	
1.000000	-1.442099	
	(0.08120)	

La primera etapa de la construcción del modelo de corrección de error se llevó a cabo con tres rezagos, cuya existencia reportaba la prueba de Johansen. En la primera etapa el estadístico t del logaritmo natural de la producción de algodón es de  $-5.35$ , un valor que pasa sin problemas los requerimientos críticos de Ericsson y Mackinnon para aceptar la presencia de cointegración entre las

series. Otra característica a observar es el valor de la  $R^2$  de .787, lo cual habla de una relación importante entre las variables (Ver tabla 19).

**Tabla 19**  
**Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error**  
**algodón - textiles, 1930-1980**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/30/01 Time: 18:17				
Sample: 1930 1948				
Included observations: 19				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCCION(-1))	<b>-0.858756</b>	0.347309	<b>-5.351884</b>	0.0002
LOG(PRODUCCION_TEXTIL(-1))	2.589058	0.510739	5.069236	0.0003
DLOG(MEX_PRODUCCION(-1))	0.643881	0.279881	2.300548	0.0402
DLOG(MEX_PRODUCCION(-2))	0.537845	0.265202	2.028059	0.0554
DLOG(MEX_PRODUCCION(-3))	0.602434	0.233085	2.584606	0.0239
DLOG(PRODUCCION_TEXTIL(-2))	-2.066415	0.966558	-2.137912	0.0438
C	-7.253338	2.423294	-2.993173	0.0112
R-squared	<b>0.787409</b>	Mean dependent var	0.042524	
Adjusted R-squared	0.681113	S.D. dependent var	0.332550	
S.E. of regression	0.187791	Akaike info criterion	-0.229664	
Sum squared resid	0.423186	Schwarz criterion	0.118287	
Log likelihood	9.181811	F-statistic	7.407725	
Durbin-Watson stat	1.763010	Prob(F-statistic)	0.001730	

Procediendo a normalizar y obtener el vector de corrección de error del modelo, este resulta ser (1, - 1.392898261), dicho vector lo utilizamos para modelar con el término de corrección de error, el cual dará la velocidad de ajuste entre las series. El modelo depurado queda representado en la Tabla 20, donde vemos que se mantiene la significancia de los coeficientes que previamente habíamos obtenido en la primer etapa.

**Tabla 20**  
**Resultados del modelo de corrección de error depurado**  
**algodón - textiles, 1930-1948**

Dependent Variable: DLOG(MEX_PRODUCCION)				
Method: Least Squares				
Date: 06/30/01 Time: 18:39				
Sample: 1930 1948				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_PRODUCCION(-1))+(-1.392899*LOG(PRODUCCION_TEXTIL(-1)))	-0.858756	0.333176	-5.578905	0.0001
DLOG(MEX_PRODUCCION(-1))	0.643880	0.264069	2.438305	0.0299
DLOG(MEX_PRODUCCION(-2))	0.537844	0.242777	2.215386	0.0452
DLOG(MEX_PRODUCCION(-3))	0.602433	0.216379	2.784164	0.0155
DLOG(PRODUCCION_TEXTIL(-2))	-2.066415	0.926492	-2.230365	0.0440
C	-7.253346	1.312201	-5.527618	0.0001
R-squared	0.787409	Mean dependent var		0.042524
Adjusted R-squared	0.705643	S.D. dependent var		0.332550
S.E. of regression	0.180424	Akaike info criterion		-0.334927
Sum squared resid	0.423186	Schwarz criterion		-0.036684
Log likelihood	9.181811	F-statistic		9.630043
Durbin-Watson stat	1.763011	Prob(F-statistic)		0.000508

Una vez más la prueba de cointegración y el modelo de corrección de error validan la hipótesis respecto a las características del sector agrícola algodonero en una primer etapa. Ciertamente que la relación entre las series no se encontró en los años precisos de la etapa (1920-1945), pero tampoco se aleja mucho de la periodización sugerida. Es pertinente señalar que la cointegración es una característica especial y poco común entre series de tiempo, para que se presente, tiene que existir una relación entre las variables, la cual generalmente es muy fuerte y significativa.

Este modelo no presenta problemas de normalidad en los errores, autocorrelación o heterocedasticidad. Tampoco tiene problemas con las principales pruebas de estabilidad, una vez más se invita a ver todas las pruebas pertinentes en el anexo número cuatro del presente trabajo.

### **Prueba de cointegración y modelo de corrección de error entre la exportación de algodón y el diferencial de precios para la segunda etapa, 1945-1980.**

Este apartado surge también como respuesta a algunas sugerencias sobre la metodología para probar las hipótesis del trabajo. Para la segunda etapa en la que el sector productor algodonero se

transformó en un sector exportador, se habían utilizado la producción algodonera y los volúmenes exportados de la fibra, demostrando que ambas series están cointegradas en la segunda etapa.

Ahora, se presentan los resultados de un modelo de corrección de error para mostrar las características propias de esta segunda etapa usando en lugar de los volúmenes exportados, el diferencial porcentual entre el precio internacional y el precio nacional de la gráfica 8. La sugerencia vino porque se podría estar *forzando* la cointegración ya que las exportaciones forman parte de la producción misma.

**Tabla 21**  
**Prueba de cointegración de Johansen para la exportación de algodón y el diferencial de precios, 1945-1980**

Sample(adjusted): 1945 1979				
Included observations: 35 after adjusting endpoints				
Trend assumption: Linear deterministic trend				
Series: LOG(MEX_EXPORT) DIFERENCIAL_PRECIOS				
Lags interval (in first differences): 1 to 2				
Unrestricted Cointegration Rank Test				
Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	5 Percent Critical Value	1 Percent Critical Value
None **	0.475040	24.56031	15.41	20.04
At most 1	0.055680	2.005160	3.76	6.65

Los resultados de la prueba de cointegración de Johansen se muestran en la Tabla 21, dicha prueba fue tomada con 2 rezagos entre las primeras diferencias de las variables. El estadístico para tomar en cuenta nos señala que efectivamente rechazamos la hipótesis nula de no-existencia de cointegración entre las variables, hipótesis que se rechaza al 99% de confianza.

Otro elemento importante a señalar es que de la misma manera aceptamos la hipótesis de que como máximo hay un sólo vector de cointegración entre las series. Dicho vector de cointegración normalizado por la misma prueba nos muestra que estadísticamente el coeficiente del diferencial de precios es significativamente diferente de cero, por lo que se procede a la construcción del modelo (Ver tabla 22).

**Tabla 22**  
**Vector de cointegración de la prueba de Johansen para**  
**exportación algodón – diferencial precios, 1945-1980**

1 Cointegrating Equation(s):		Log likelihood	18.73726
Normalized cointegrating coefficients (std.err. in parentheses)			
LOG(MEX_EXPORT)	DIFERENCIAL_PRECIOS		
1.000000	-1.535930		
	(0.27347)		

La prueba de Johansen indica que la existencia de cointegración entre las series sería con el empleo de tres rezagos. Sobre la base de ese resultado es que se forma la primera parte del modelo de corrección de error, en el que para este caso particular el estadístico t del coeficiente referente al logaritmo natural de la exportación es menor al valor crítico de Ericsson y Mackinnon de -3.5, por lo que se confirma la existencia de cointegración entre las series.

**Tabla 23**  
**Resultados de la primera aproximación al modelo de corrección de error**  
**exportación algodón - diferencial precios, 1945-1980**

Dependent Variable: DLOG(MEX_EXPORT)				
Method: Least Squares				
Date: 06/19/01 Time: 10:30				
Sample: 1945 1980				
Included observations: 36				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_EXPORT(-1))	<b>-0.401366</b>	0.052281	<b>-7.677010</b>	0.0000
DIFERENCIAL_PRECIOS(-1)	0.631151	0.279563	2.257631	0.0317
DLOG(MEX_EXPORT(-1))	-0.559083	0.063386	-8.820342	0.0000
DLOG(MEX_EXPORT(-2))	-0.415502	0.067683	-6.138893	0.0000
D(DIFERENCIAL_PRECIOS(-2))	-0.646819	0.398736	-1.622173	0.0156
C	5.024109	0.641375	7.833347	0.0000
R-squared	<b>0.869077</b>	Mean dependent var		0.050146
Adjusted R-squared	0.841989	S.D. dependent var		0.604036
S.E. of regression	0.240108	Akaike info criterion		0.157209
Sum squared resid	1.671902	Schwarz criterion		0.465116
Log likelihood	4.170237	F-statistic		32.08392
Durbin-Watson stat	1.715706	Prob(F-statistic)		0.000000

El vector de cointegración obtenido mediante la construcción del modelo de corrección de error es el siguiente (1, -1.572507387), cabe señalar el gran parecido con el vector de cointegración que había reportado la prueba de Johansen. Dicho vector se introduce en la ecuación del modelo para obtener la

segunda etapa, en su resultado final el estadístico t referente al término de corrección de error es más que significativo al reportar un valor de  $-8.1380$ , así como el coeficiente del mismo se ubica entre el rango teórico de  $(-1, 0)$ , por lo que se puede afirmar que exista coherencia en el modelo (Ver tabla 24).

**Tabla 24**  
**Resultados del modelo de corrección de error depurado**  
**exportación - diferencial precios, 1945-1980**

Dependent Variable: DLOG(MEX_EXPORT)				
Method: Least Squares				
Date: 06/19/01 Time: 10:33				
Sample: 1945 1980				
Included observations: 36				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(MEX_EXPORT(-1))+(-1.572507387*DIFERENCIAL_PRECIOS(-1))	<b>-0.401366</b>	0.049320	<b>-8.138052</b>	0.0000
DLOG(MEX_EXPORT(-1))	-0.559083	0.062310	-8.972617	0.0000
DLOG(MEX_EXPORT(-2))	-0.415502	0.066084	-6.287432	0.0000
D(DIFERENCIAL_PRECIOS(-2))	-0.646819	0.386215	-1.674765	0.0044
C	5.024110	0.595826	8.432175	0.0000
R-squared	<b>0.869077</b>	Mean dependent var		0.050146
Adjusted R-squared	0.847256	S.D. dependent var		0.604036
S.E. of regression	0.236072	Akaike info criterion		0.101654
Sum squared resid	1.671902	Schwarz criterion		0.365573
Log likelihood	4.170237	F-statistic		39.82831
Durbin-Watson stat	1.715706	Prob(F-statistic)		0.000000

La existencia de cointegración entre las series de los volúmenes exportados de algodón y el diferencial porcentual de precios internacional y nacional, prueban la hipótesis referente a la coyuntura que abrió para el sector algodonero la apertura del diferencial, oportunidad que aprovecharon los productores, ampliando de manera importante la producción algodonera y conectando al sector productor con el mercado internacional del algodón.

El modelo de corrección de error no presentó problemas en los residuos de normalidad, supuesto básico para poder utilizar el método de mínimos cuadrados ordinarios, del mismo modo el modelo no tiene problemas de autocorrelación o heterocedasticidad. Las pruebas de estabilidad sobre los coeficientes estimados, así como las pruebas sobre los errores se incluyen en el anexo número cinco del presente documento.

## 9. Conclusiones

El presente trabajo hace un breve recorrido sobre lo que fue el sector productor algodonero mexicano desde 1920 hasta 1980. En dicho periodo, el sector algodonero experimentó una transformación estructural, pasando de ser un sector marginal, cerrado y dependiente de la demanda interna, a convertirse en el principal aportador de divisas para el país por casi 25 años.

Periodo de gloria mucho más largo de lo que llegó a durar el auge petrolero de los años ochenta, lo cual habla de la preponderancia que tuvo el algodón mexicano en el financiamiento del proceso de industrialización mediante la sustitución de importaciones. Este trabajo, plantea además, como es que fue posible la transformación del sector algodonero y marca a su vez las propias limitaciones que le trajeron su agotamiento al sector.

La tesis concluye que el sector productivo algodonero nacional en el periodo 1920-1980 experimenta dos etapas completamente diferentes en su desarrollo, la primera va de 1920 hasta 1945, en el que el sector se presenta como un sector cerrado a los mercados internacionales y dependiente de la demanda interna por parte de la industria textil nacional.

La segunda etapa, que corre de 1945 hasta finalizar el periodo, el sector algodonero se caracteriza por una completa apertura al mercado internacional, convirtiéndose en el principal aportador de divisas del país y expandiendo de manera importante la superficie cosechada, la productividad del sector y la producción.

Esta transformación del sector productor algodonero se prueba en el trabajo mostrando sus principales indicadores a lo largo del periodo 1920-1980, al tiempo que se emplea la construcción de dos modelos de corrección de error con pruebas de cointegración en los que se demuestra que la producción nacional de algodón comparte la relación de largo plazo en la primera etapa del periodo 1920-1945 con el consumo interno de la fibra. El modelo para el periodo 1945-1980, la existencia de cointegración se verifica para la producción nacional y la exportación de algodón.

Por lo que se concluye que el sector productivo del algodón enfrentó un cambio estructural a mediados de los años cuarenta. No solamente mediante la total reorientación de su producción hacia el mercado externo al aprovechar una coyuntura favorable en el diferencial de precios, sino además, gracias a la clara política de fomento por parte del Estado mexicano mediante el gasto en obras de irrigación.

El trabajo demuestra con un tercer modelo que el gasto de inversión por parte del Estado mexicano, al menos en el periodo 1940-1980, impactó fuertemente a la actividad algodonera, ya que

una buena parte de las inversiones importantes en obras de riego y presas se construyeron en los estados norteros y con particular densidad en las zonas aldoneras. De ahí que nuestro análisis econométrico de cointegración nos muestre la existencia de una relación muy fuerte para la segunda etapa entre las series de datos del rendimiento por hectárea y la de las obras de irrigación construidas.

Finalmente se incluyen dos modelos más de corrección de error basado en pruebas de cointegración demostrando la transformación que presenta el sector aldonero, mediante el empleo de dos series de datos completamente ajenas a las cifras de producción nacional de algodón, las cuales son los datos de producción nacional de textiles de algodón 1920-1980 y el diferencial porcentual de precios entre el precio internacional y el precio nacional de la gráfica ocho. La producción textil de algodón nacional se uso como variable *proxy* de la demanda nacional de algodón, encontrándose nuevamente fuerte evidencia de la existencia de cointegración entre las series de producción de algodón y producción textil aldonera, entre 1930 y 1948.

Dicho periodo donde se encuentra cointegración entre las variables, inicia después de la primera etapa 1920-1945 y termina 3 años después, en 1948. Sin embargo no deja de ser relevante el que la relación de existencia de cointegración siga presentándose en la primera mitad del periodo de estudio. Lo cual, refuerza la hipótesis acerca de las características que presenta el sector productor aldonero durante ésta primera parte y que estas características cambian y el sector en si se transforma para convertirse en un sector abierto, exportador y aportador de grandes cantidades de divisas al país por mas de dos décadas.

Por lo tanto se concluye que el sector productivo aldonero nacional tuvo una importante aportación al proceso de industrialización mexicano, al ser una fuente de divisas importante. Interesante sería continuar con el estudio al detalle de la aportación del algodón al desarrollo del modelo sustitutivo de importaciones.

El segundo modelo de corrección de error adicional incluido en el presente trabajo encuentra evidencia econométrica de la existencia de cointegración entre la serie de algodón mexicano exportado y el diferencial porcentual de precios entre el precio internacional y el precio nacional. Dicho modelo encuentra la relación de cointegración únicamente para el sub-periodo de 1945 a 1980. Aquí el intervalo de tiempo se ajusta perfectamente a la segunda etapa. Elemento adicional que demuestra econométricamente que antes de 1945, el sector aldonero mexicano no tenia ninguna relación importante con los mercados internacionales de la fibra.

Quedan abiertas algunas otras líneas de investigación acerca del sector durante el periodo referido, una de ellas es el estudio de la otra forma de fomento gubernamental que recibió el algodón

en México, además del gasto en obras de irrigación, que fue el crédito agrícola a través del Banco de Crédito Ejidal. Existen reportes de la época en la que los montos de créditos otorgados al sector algodonero, llegaron a representar incluso un 70% de todo los recursos asignados al campo.<sup>42</sup>

Otro problema interesante de estudio es la relevancia de la participación del ejido en el auge algodonero, en el incremento de la productividad y de los niveles de producción. Así como de la forma de organización de tipo cooperativista, ya que a pesar de que en principio se pensaría que las grandes oportunidades del auge las aprovecharon las haciendas, los grandes productores y las comercializadoras, tenemos que en los mejores años del auge algodonero, más del 60% de la producción de algodón del país provenía de ejidos.<sup>43</sup>

Esto abre la posibilidad del estudio de una forma de tenencia de la tierra que ha sido muy criticada y desechada con el argumento de su inoperatividad para salir del autoconsumo, pero que en este momento parece indicar que con apoyo gubernamental en infraestructura y crédito puede convertirse en una forma efectiva que hable de éxitos y progreso.

El presente trabajo incorpora para el estudio del sector algodonero mexicano, modernas técnicas econométricas contenidas en los modelos de corrección de error y en las pruebas de cointegración, actualizando cualquier intento anterior de utilizar métodos econométricos a la situación algodonera nacional de esos años. Esta constituye la principal aportación del trabajo, además de la construcción de series de datos para todo el periodo 1920-1980, y la elaboración de nuevas relaciones con los datos ya trabajados, como el diferencial porcentual entre los precios.

---

<sup>42</sup> Ver Aboites (1990), p. 26

<sup>43</sup> Ver Aboites (1990), p. 27-28, Arguello (1946), p. 113-114, así como Alvarez, Miguel y Herrera, Teresa "Las fluctuaciones de los precios internacionales del algodón y sus repercusiones en la economía mexicana", en Revista de Comercio Exterior, febrero 1979, p. 233, punto número 52

## 10. Bibliografía

- Aboites, Luis. “*El agua de la Nación: Una historia política de México (1888-1946)*”, Ciesas, 1998, México.
- \_\_\_\_\_. “*Algodón y formación regional: Ensayo sobre el norte de México 1880-1970*”, Mayo 1990, sin publicar.
- APARM. “*El algodón y las fibras químicas*”, Asociación de productores de algodón de la Republica mexicana, 1968, México.
- Arguello Castañeda, Francisco. “*Problemas económicos del algodón*”, Ed. América, 1946, Colección Nuevos Economistas, México.
- Banco de Comercio Exterior. “*Anuario de Comercio Exterior de México*”, varios numero, México.
- Banco de Comercio Exterior. “*Comercio Exterior*”, varios números, México.
- Bhaskara Rao. “*Cointegration for the Applied Economist*”, St. Martin’s Press, 1994, G.B.
- Bureau of the Census of the United States of America, “*Historical Statistics of the United States: Colonial Times to 1957*”, 1957, E. U. A.
- Dickey, D.A. Hasza y Fuller W. “*Testing for unit Roots in Seasonal Series*”, Journal of the American Statistical Association, no. 79, p. 355-367, 1984.
- Engle, R. y Granger, C.W. “*Long-run Economic Relatinship: Readings in Cointegration*”, Oxford University Press, 1991, U.K.

- Ericsson, N.R. y MacKinnon, J.G. “*Distribution of Error Correction Tests for Cointegration*”. International Finance Discusión Papers No. 655. Board of Governonrs of the Federal Reserve System, 1999.
- FAO. “*Informe sobre aspectos agrícolas, técnicos y económicos de la producción del algodón en Centroamérica*”, 1958, O.N.U.
- Gonzalez Reina, Jenaro. “*Minería y riqueza minera en México*”, Monografías industriales del Banco de México, 1944, México.
- INEGI. “*Estadísticas Históricas de México*”, Tomo II, Gobierno de México, 1985, México.
- Johansen, S. “*Statistical Análisis of Cointegration Vectors*”, Journal of Economic Dynamics and Control, no. 12, p.231-254, 1988.
- Nacional Financiera. “*50 Años de Revolución Mexicana en Cifras*”, Gobierno de México, 1963. México.
- \_\_\_\_\_ . “*La economía mexicana en cifras*”, Gobierno de México, 1978, México.
- Orive Alba, Adolfo. “*La irrigación en México*”, Grijalbo, 1970, México.
- Preciado Castillo, Alfonso. “*El algodón*”, Empresas Editoriales, S.A., 1950, México.
- Rodríguez Vallejo, José. “*IXCATL: El algodón mexicano*”, Fondo de Cultura Económica, 1982, México.
- Secretaría de Agricultura. “*Econotécnia agrícola: Consumos aparentes de productos agrícolas 1925-1980*”, Gobierno de México, 1981, México.
- \_\_\_\_\_ . “*Cultivos básicos: Principales indicadores 1960-1991*”, Gobierno de México, 1992, México.

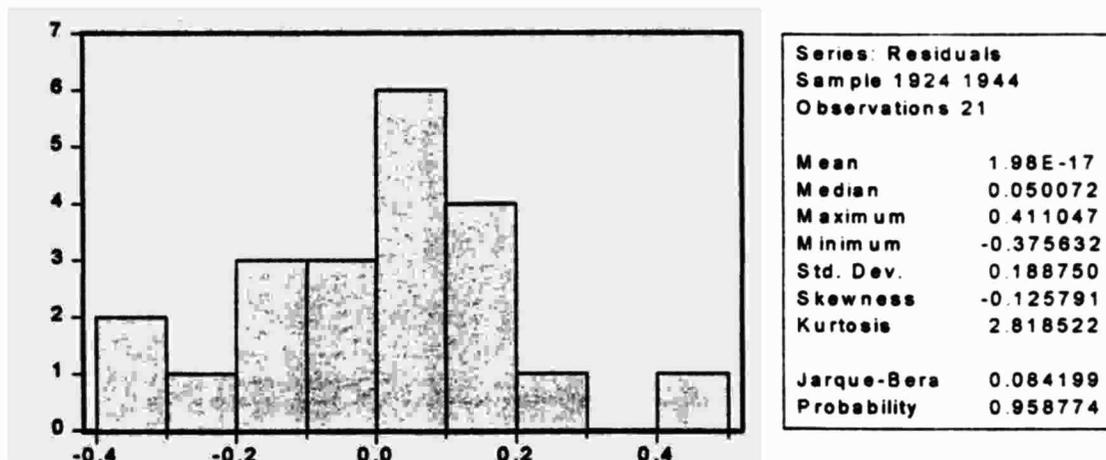
- **Secretaria de Agricultura y Fomento. Dirección de Economía Rural, “Cultivo y comercio del algodón en México”, 1939, México.**
  
- **United States Bureau of Mines. “Minerals Yearbook 1932-1994”, Economic Research Service, 1999.**
  
- **United States Department of Labor. “Wholesale prices of Commodities”, Bureau of Labor Statistics, 1940.**
  
- **United States Department of Agriculture. “Cotton and Wool Yearbook”, Economic Research Service, 1999.**

# 11. Anexos

## Anexo 1

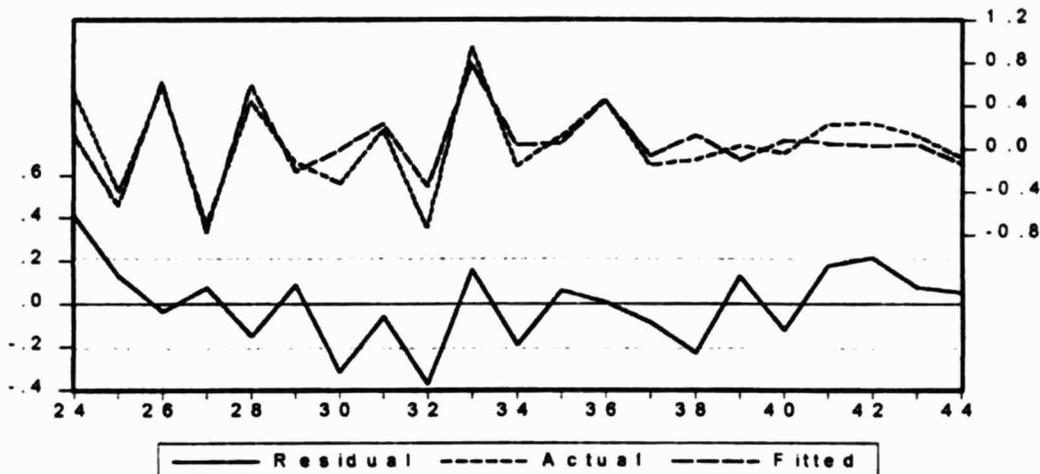
Pruebas de normalidad sobre los residuos y de estabilidad de los coeficientes para modelo de corrección de error para la producción de algodón y el consumo Interno. Etapa 1.

### Prueba de Normalidad



La prueba de normalidad se aplica a los términos de error generados por el modelo de corrección de error. Los resultados de la prueba revelan claramente que se tiene que aceptar la hipótesis nula de distribución normal de los residuos, con un estadístico de Jarque-Bera de 0.0841 con una probabilidad de 95%.

### Residuos:



Esta prueba nos muestra la serie generada por el modelo de cointegración y la serie que se pretende aproximar. La parte inferior de la grafica muestra el comportamiento de los residuos, de los cuales es condición indispensable el que su media sea cero o que no presente tendencia.

**Prueba de Autocorrelación**

ARCH Test			
F-statistic	0.470275	Probability	0.633199
Obs*R-squared	1.054891	Probability	0.590110

El estadístico F relacionado a la prueba de autocorrelación para este modelo nos reporta una probabilidad asociada de 0.63, por lo que tenemos evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de no-existencia de autocorrelación en el modelo final.

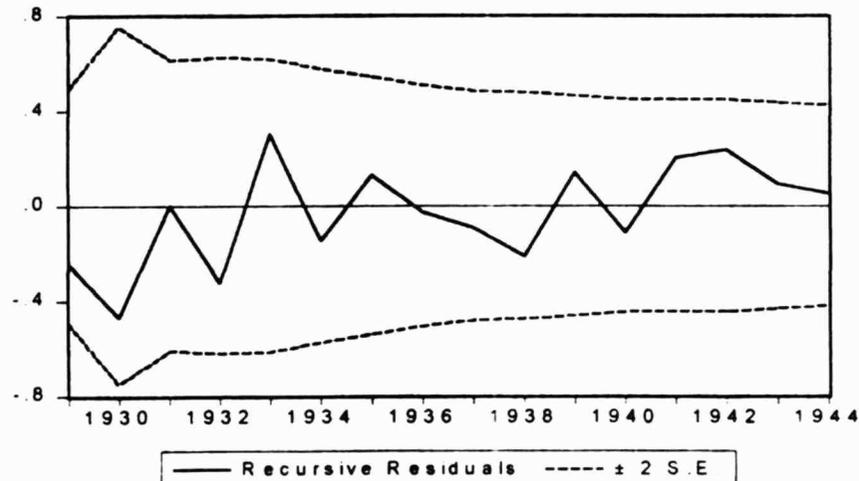
**Prueba de Heterocedasticidad:**

White Heteroskedasticity Test			
F-statistic	1.156220	Probability	0.395965
Obs*R-squared	9.141043	Probability	0.330538

En la prueba de heterocedasticidad, el estadístico F para este modelo nos reporta una probabilidad asociada de 0.39, por lo que tenemos evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de no-existencia de autocorrelación en el modelo final.

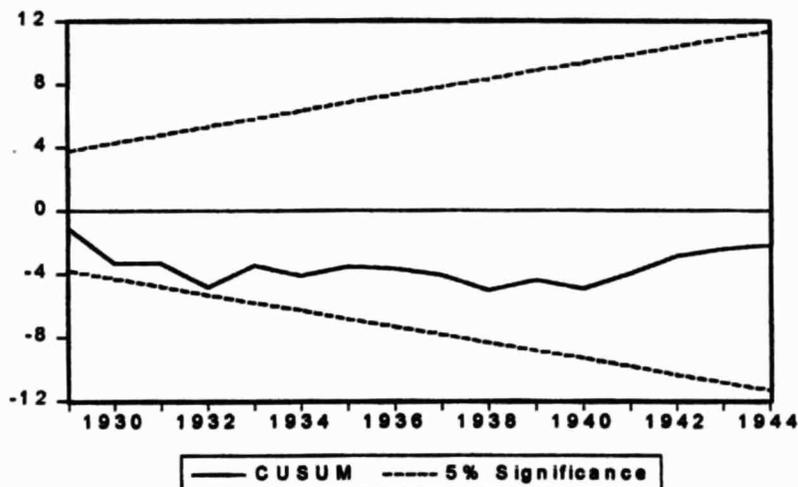
A continuación presento las pruebas estándar de estabilidad de los coeficientes para este tipo de modelos de cointegración. Con las cuales podemos determinar, que si el grafico obtenido no traspasa los limites de confianza establecidos, los coeficientes obtenidos y los residuos del modelo son estables y no se estaría forzando de manera alguna la cointegración entre las variables.

**Resursive Residuals:**

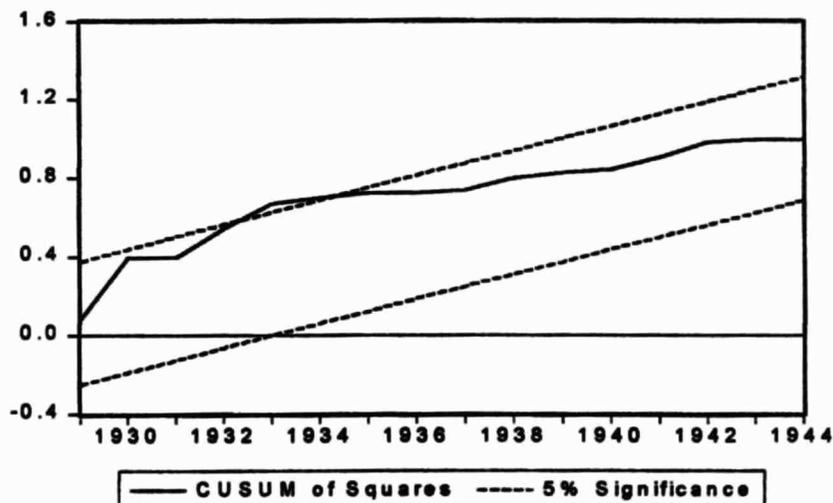


### CUSUM Test:

En la prueba CUSUM para este modelo, no se presentan problemas de estabilidad en los coeficientes únicamente cuando empleamos la prueba de CUSUM al cuadrado, encontramos un año, 1933, en el que el grafico resultante logra traspasar el limite de confianza al 5% de significancia.

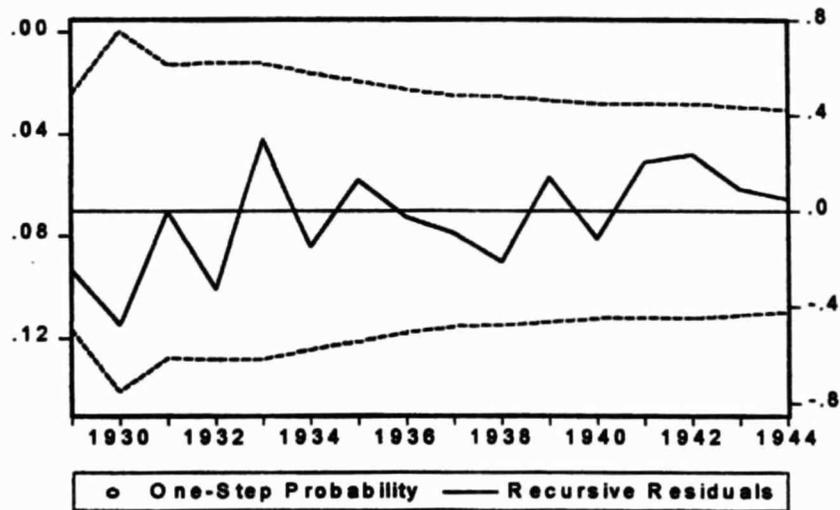


### CUSUM Square Test:

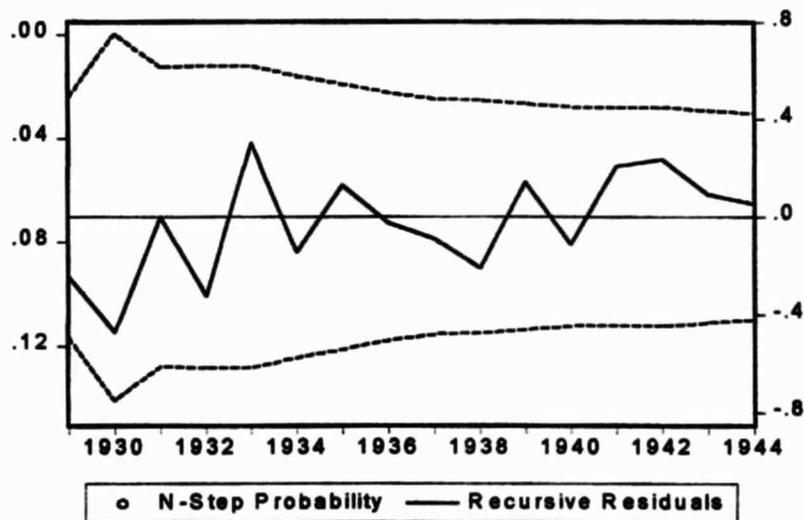


Las siguientes dos pruebas nos revelan la posible presencia de outlayers u observaciones que estuvieran “forzando” el fenómeno de la cointegración entre las series. Para este caso particular tenemos la nula presencia de outlayers dentro del rango de significancia del 5%.

### One-Step Probability Test:

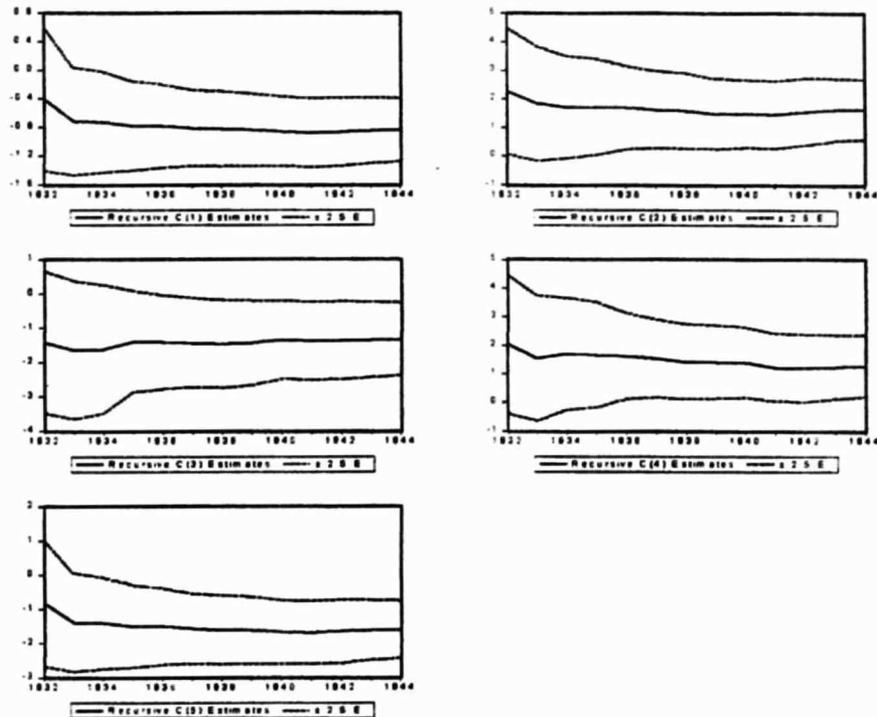


### N-Step Probability Test:



### Resursive Coefficients:

La prueba de los coeficientes recursivos muestra la estabilidad para cada uno de los coeficientes estimados en el modelo de cointegración. En este caso, podemos apreciar que en términos generales y a lo largo de todo el periodo del modelo, los coeficientes se reportan estables y por lo tanto, las conclusiones respecto al modelo resultan aceptables.

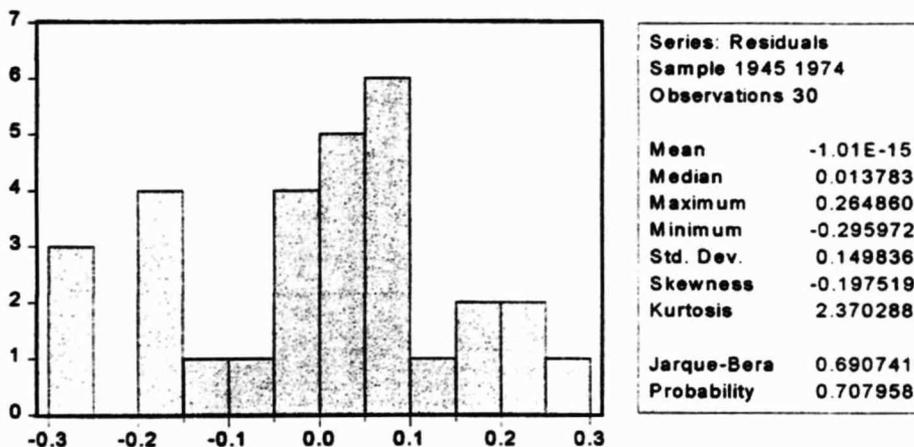


## Anexo 2

Pruebas sobre la normalidad de los errores y la estabilidad de los coeficientes calculados para el modelo de Corrección de Error del vector de Cointegración entre la Producción Nacional y la Exportación

### Prueba de Normalidad:

La prueba de normalidad en la distribución de los errores es superada por el presente modelo. Ya que el estadístico Jarque-Bera nos asocia una probabilidad de 0.70, por lo que se acepta la hipótesis nula de existencia de normalidad en los errores.



### Prueba de Autocorrelación:

La prueba de autocorrelación para el presente modelo de cointegración muestra que aceptamos la hipótesis de no presencia de autocorrelación entre las variables, dada la probabilidad asociada de 0.36.

ARCH Test			
F-statistic	0.978447	Probability	0.389832
Obs*R-squared	2.032616	Probability	0.361929

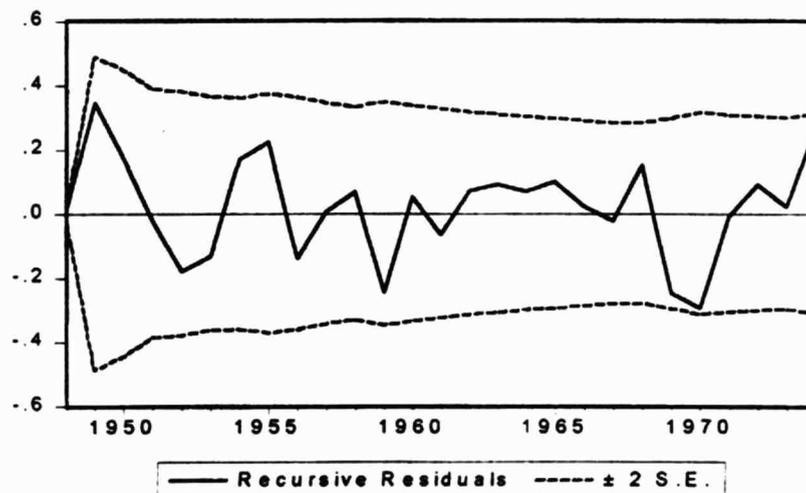
### Prueba de Heterocedasticidad:

La probabilidad de 0.83 que nos devuelve la prueba de heterocedasticidad, da elementos para aceptar la hipótesis nula de homocedasticidad en el modelo.

White Heteroskedasticity Test			
F-statistic	0.356296	Probability	0.837186
Obs*R-squared	1.617982	Probability	0.805557

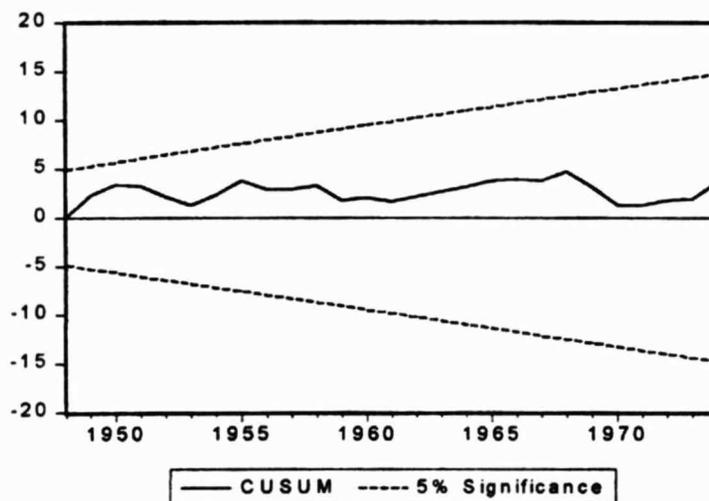
### Resursive Residuals:

Los residuos del modelo se presentan en esta prueba grafica, en la que se aprecia que para el total del periodo del modelo, estos no presentan una tendencia importante y por lo tanto son validos los resultados del modelo.

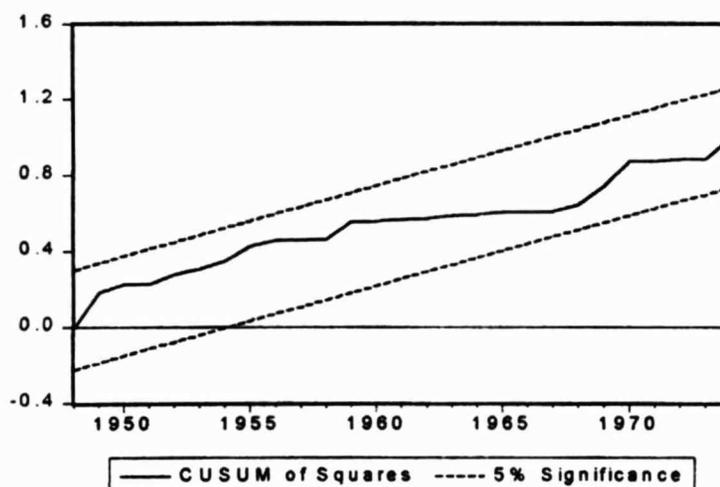


### CUSUM Test:

En este caso, en ambas pruebas, CUSUM y CUSUM al cuadrado, tenemos que el resultado grafico nunca cruza los limites de confianza establecidos, por lo que se asegura la estabilidad de los coeficientes del modelo.

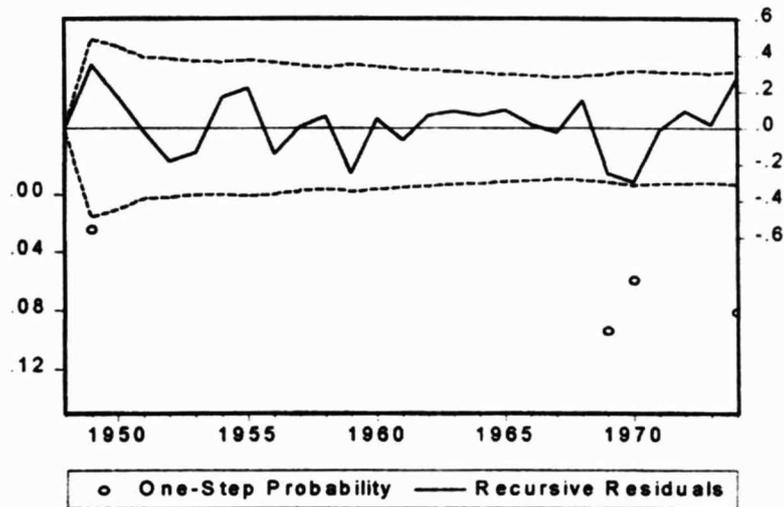


### CUSUM Square Test:

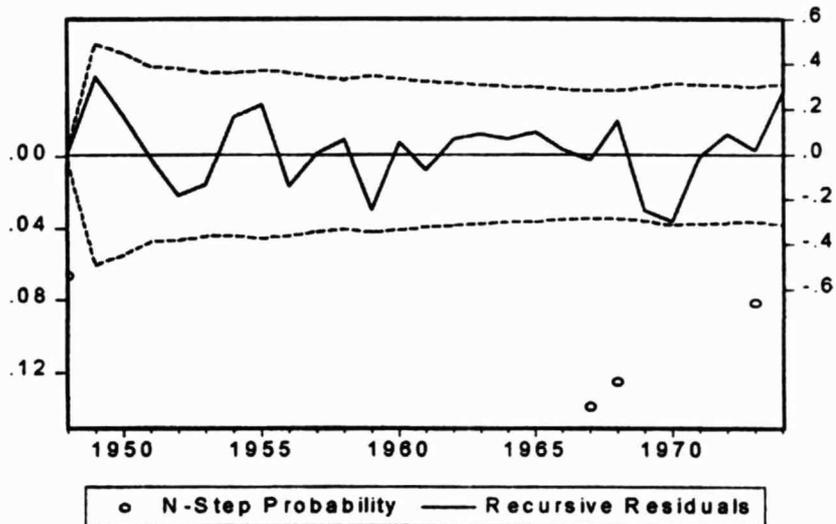


### One-Step Probability Test:

Las siguientes dos pruebas nos revelan la posible presencia de outlayers u observaciones que estuvieran “forzando” el fenómeno de la cointegración entre las series. Para este caso particular tenemos la nula presencia de outlayers dentro del rango de significancia del 5%.

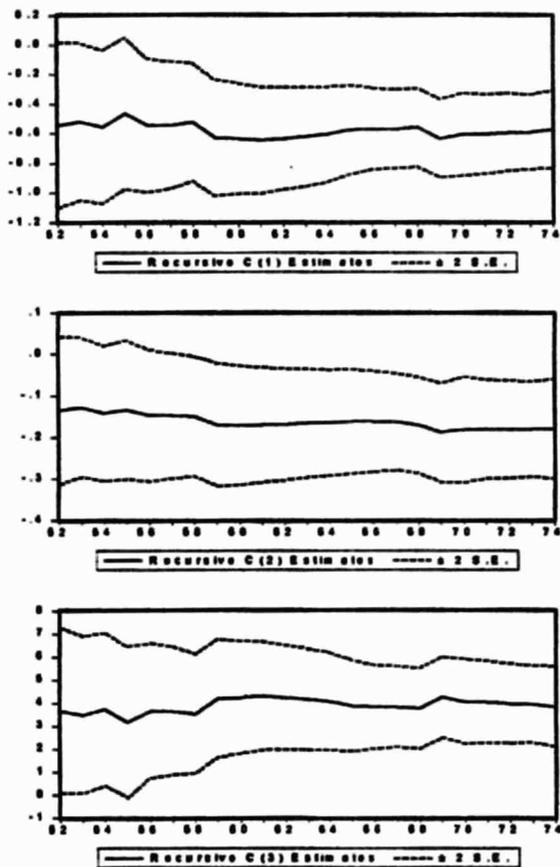


### N-Step Probability Test:



### Resursive Coefficients:

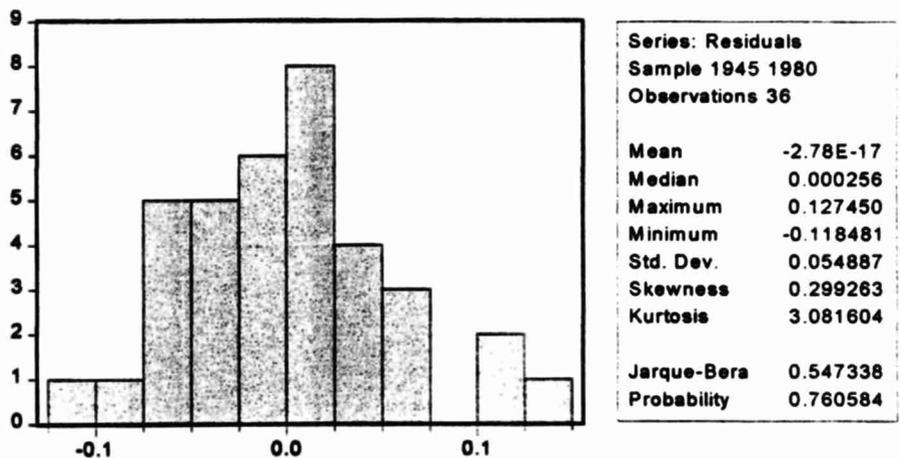
La prueba final de los coeficientes recursivos muestra la estabilidad de cada uno de los coeficientes estimados en el modelo final de cointegración. Para este caso particular, se puede apreciar que los tres coeficientes en lo individual se presentan bastante estables y sin problemas que reportar.



### Anexo 3

Pruebas sobre los residuos y estabilidad de los coeficientes para el Modelo de Corrección Error Rendimiento-Obras.

**Normalidad en los errores:**



La prueba de normalidad se aplica a los términos de error generados por el modelo de corrección de error. Los resultados de la prueba revelan claramente que se tiene que aceptar la hipótesis nula de distribución normal de los residuos, con un estadístico de Jarque-Bera de 0.5473 con una probabilidad de 76%.

**Prueba de Autocorrelación:**

ARCH Test:

F-statistic	0.991748	Probability	0.382391
Obs*R-squared	2.044625	Probability	0.359762

El estadístico F relacionado a la prueba de autocorrelación para este modelo nos reporta una probabilidad asociada de 0.35, por lo que tenemos evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de no-existencia de autocorrelación en el modelo final.

**Prueba de Heterocedasticidad**

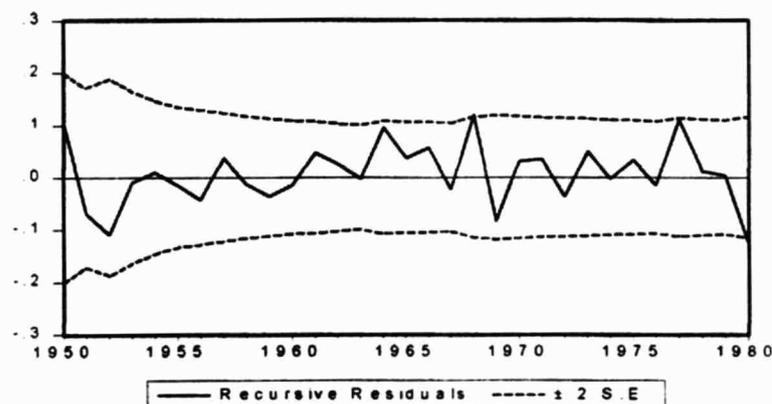
White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	0.394327	Probability	0.913948
Obs*R-squared	3.766125	Probability	0.877584

En la prueba de heterocedasticidad, el estadístico F para este modelo nos reporta una probabilidad asociada de 0.91, por lo que tenemos evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de no-existencia de autocorrelación en el modelo final.

Las pruebas estándar de estabilidad de los coeficientes para este tipo de modelos de cointegración. Con las cuales podemos determinar, que si el grafico obtenido no traspasa los limites de confianza establecidos, los coeficientes obtenidos y los residuos del modelo son estables y no se estaría forzando de manera alguna la cointegración entre las variables.

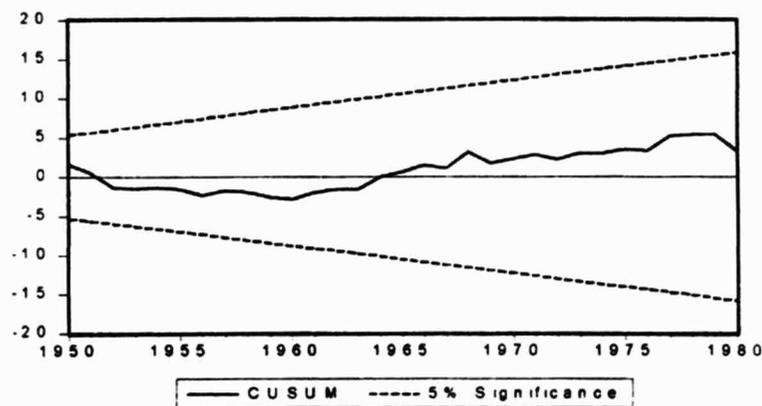
**Recursive Residuals**



Esta prueba nos muestra la serie generada por el modelo de cointegración y la serie que se pretende aproximar. La parte inferior de la grafica muestra el comportamiento de los residuos, de los cuales es condición indispensable el que su media sea cero o que no presente tendencia.

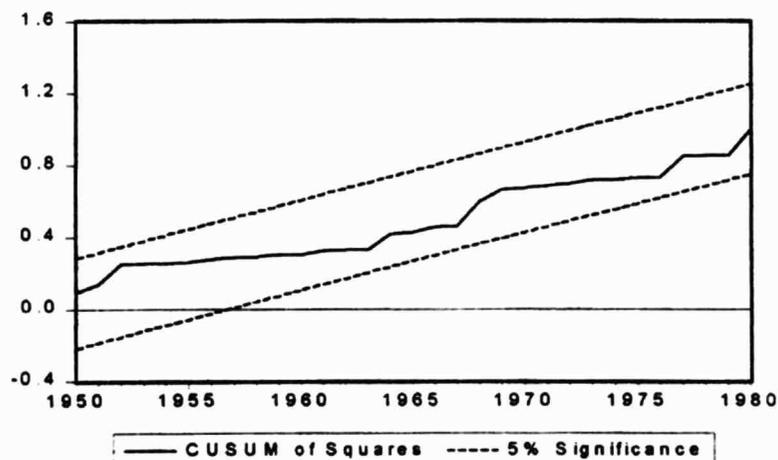
### CUSUM Test

A continuación presento las pruebas estándar de estabilidad de los coeficientes para este tipo de modelos de cointegración. Con las cuales podemos determinar, que si el grafico obtenido no traspasa los limites de confianza establecidos, los coeficientes obtenidos y los residuos del modelo son estables y no se estaría forzando de manera alguna la cointegración entre las variables.



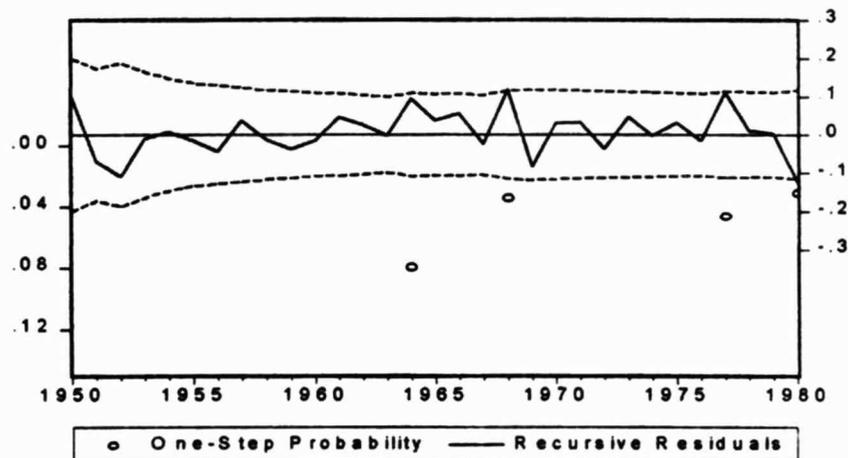
### CUSUM Square Test

En la prueba CUSUM para este modelo, no se presentan problemas de estabilidad en los coeficientes. Cuando empleamos la prueba de CUSUM al cuadrado, encontramos que el grafico resultante no logra traspasar el limite de confianza al 5% de significancia.



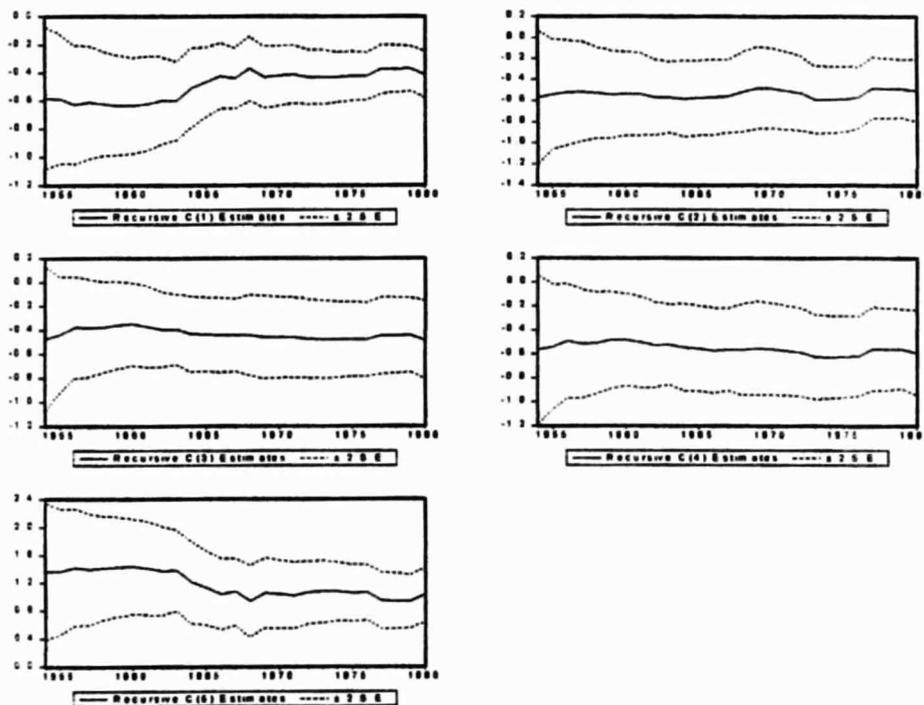
### One- Step Forecast Test:

Las siguientes dos pruebas nos revelan la posible presencia de outliers u observaciones que estuvieran “forzando” el fenómeno de la cointegración entre las series. Para este caso particular tenemos la nula presencia de outliers dentro del rango de significancia del 5%.



### Resursive Coefficients:

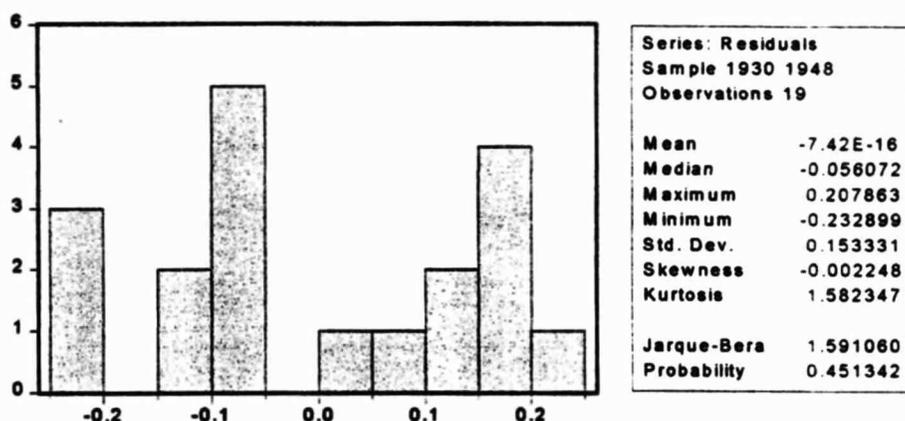
La prueba de los coeficientes recursivos muestra la estabilidad para cada uno de los coeficientes estimados en el modelo de cointegración. En este caso, podemos apreciar que en términos generales y a lo largo de todo el periodo del modelo, los cinco coeficientes se reportan estables y por lo tanto, las conclusiones respecto al modelo resultan aceptables.



## Anexo 4

### Pruebas sobre los residuos y estabilidad de los coeficientes para el Modelo de Corrección Error Producción Algodón-Producción Textil.

#### Prueba de Normalidad:



La prueba de existencia de normalidad de los errores para el tercer modelo de cointegración se reporta sin problemas, al tener asociada una probabilidad de 0.45, por lo que se acepta la hipótesis nula de que los errores del modelo se distribuyen de manera normal.

#### Prueba de Autocorrelación:

##### Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.090849	Probability	0.369673
Obs*R-squared	3.144683	Probability	0.207559

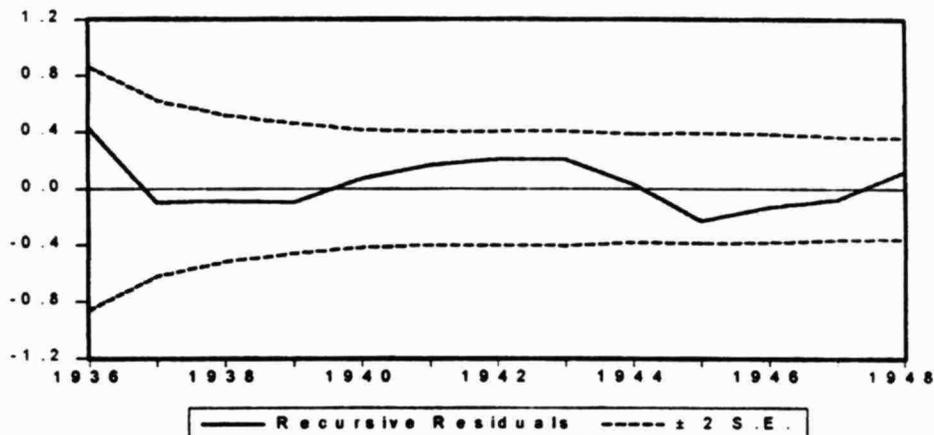
La prueba de autocorrelación para este modelo muestra que se rechaza la presencia de autocorrelación dada una probabilidad de 0.36, lo que hace aceptar la hipótesis nula. De la misma manera, la prueba de heterocedasticidad reporta una probabilidad de 0.29, por lo que no existen problemas de heterocedasticidad en este modelo.

#### Prueba de Heterocedasticidad:

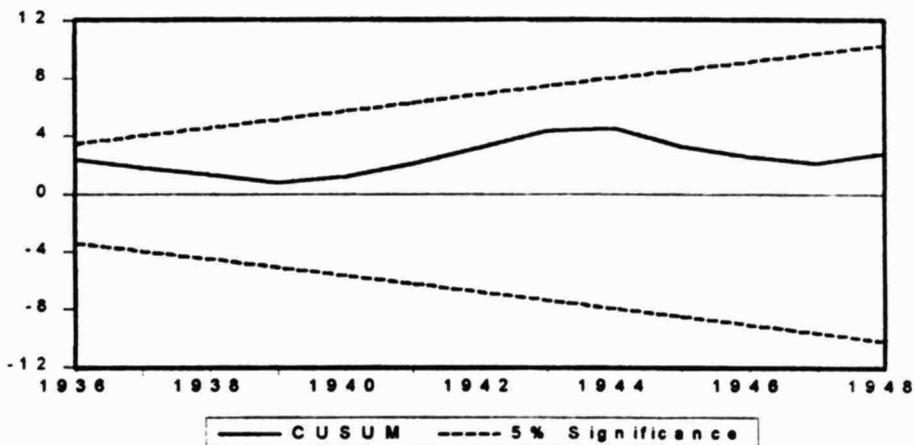
##### White Heteroskedasticity Test:

F-statistic	1.466456	Probability	0.299996
Obs*R-squared	12.29349	Probability	0.265894

### Recursive Residuals:

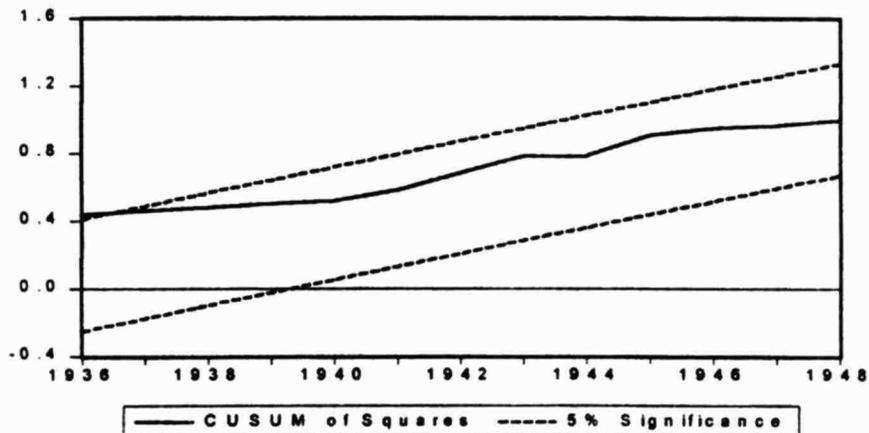


### CUSUM Test:



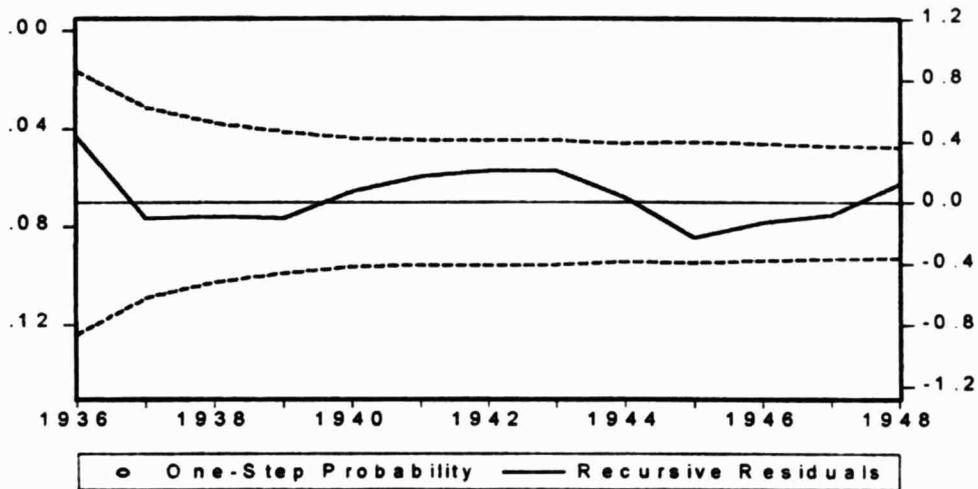
La prueba CUSUM para verificar la estabilidad de los coeficientes obtenidos del modelo de cointegración se pasa sin problemas, ya que el gráfico nunca rebasa los límites de significancia al 5%. Únicamente en el caso de la prueba de CUSUM al cuadrado, en el año de 1936 el gráfico cruza discretamente la banda de confianza superior.

### CUSUM Square Test:

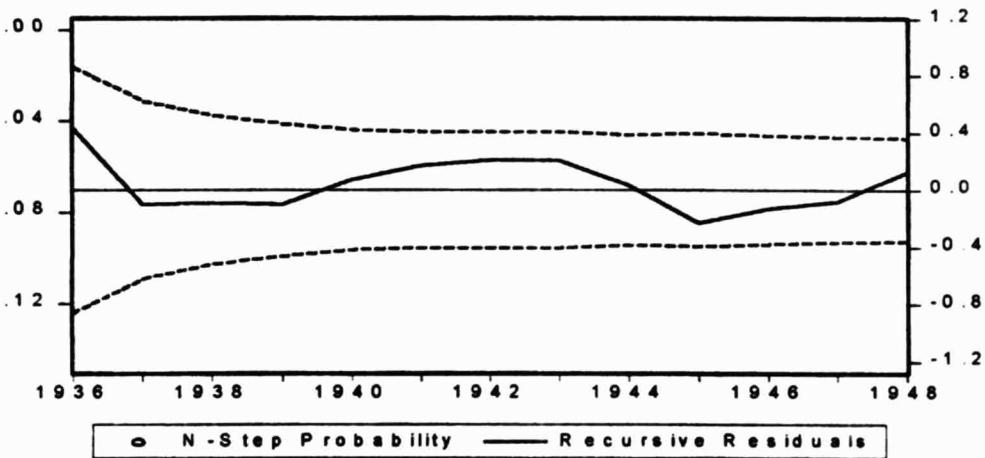


### One-Step Probability Test:

Las siguientes dos pruebas nos muestran la posible existencia de observaciones que pudieran estar forzando la existencia de cointegración en el modelo. Este tipo de observaciones se conocen como outlayers, sin embargo para este caso particular y para el nivel de significancia relevante del 5%, no aparece ninguna observación de este tipo para ambas pruebas.

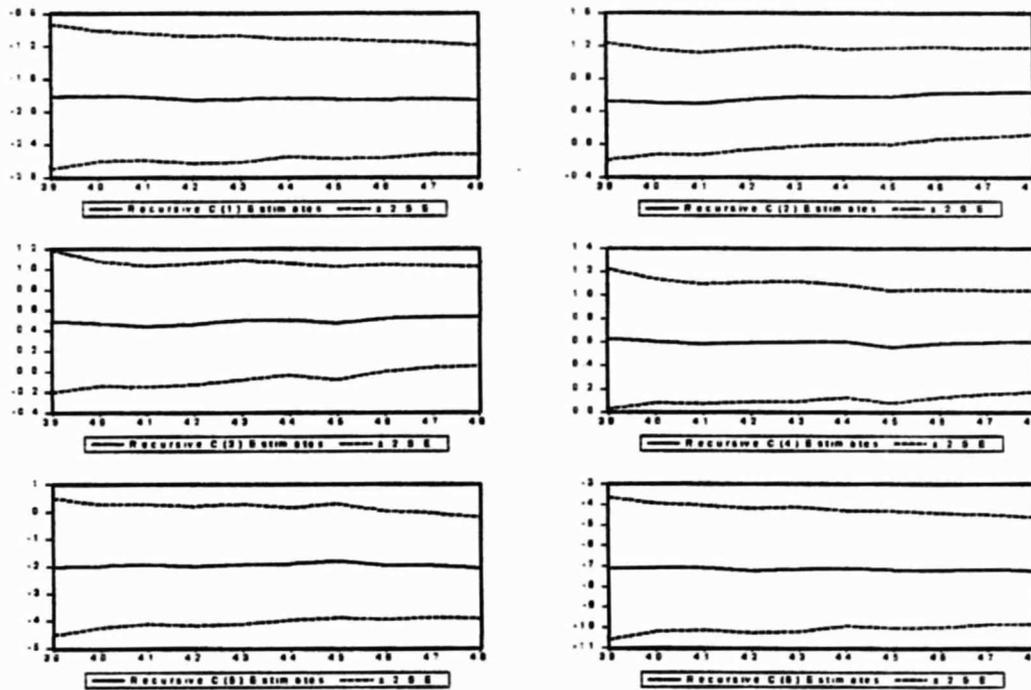


### N-Step Probability Test:



### Recursive Coefficients:

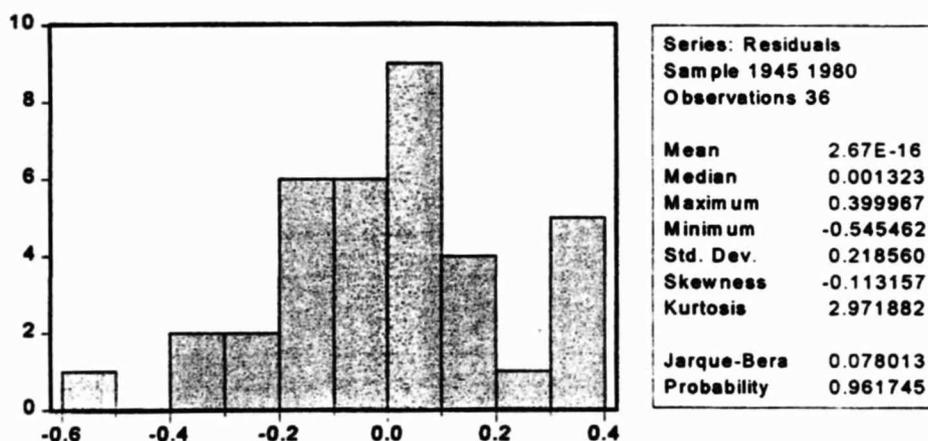
Esta prueba nos muestra el grado de estabilidad para cada uno de los coeficientes estimados en el modelo. Para este caso particular tenemos que los seis coeficientes se comportan bastante estables, por lo que podemos resaltar la validez general del modelo de cointegración presentado en el trabajo.



## Anexo 5

Pruebas sobre la normalidad de los errores y la estabilidad de los coeficientes calculados para el modelo de Corrección de Error entre la Exportación de Algodón y el Diferencial Porcentual de Precios. Segunda etapa 1945-1980

### Prueba de Normalidad:



Se acepta la forma de distribución normal para los errores del modelo, con una probabilidad asociada de 0.96. En el caso de las pruebas de autocorrelación y heterocedasticidad, los resultados muestran que se tiene que aceptar la hipótesis nula de no-existencia de autocorrelación entre las variables y la hipótesis nula de presencia de homocedasticidad en el modelo.

**Prueba de Autocorrelación:**

**ARCH Test:**

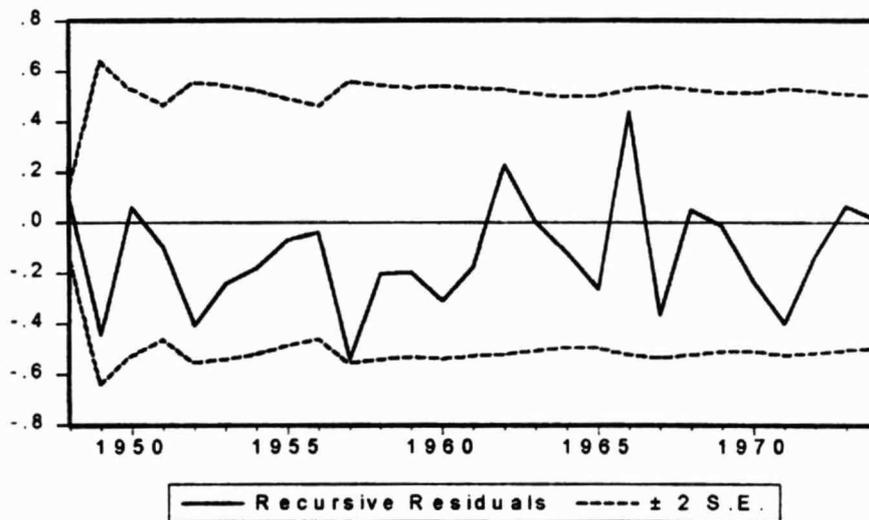
F-statistic	2.306656	Probability	0.118896
Obs*R-squared	4.377883	Probability	0.112035

**Prueba de Heterocedasticidad:**

**White Heteroskedasticity Test:**

F-statistic	1.218214	Probability	0.332277
Obs*R-squared	9.523772	Probability	0.300053

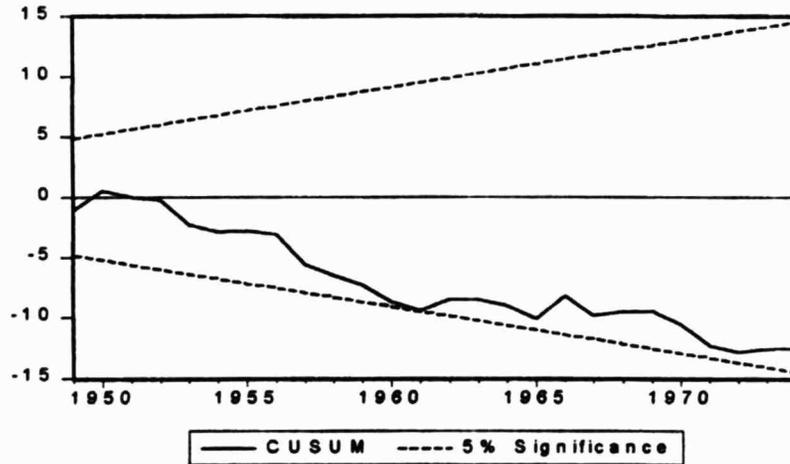
**Recursive Residuals:**



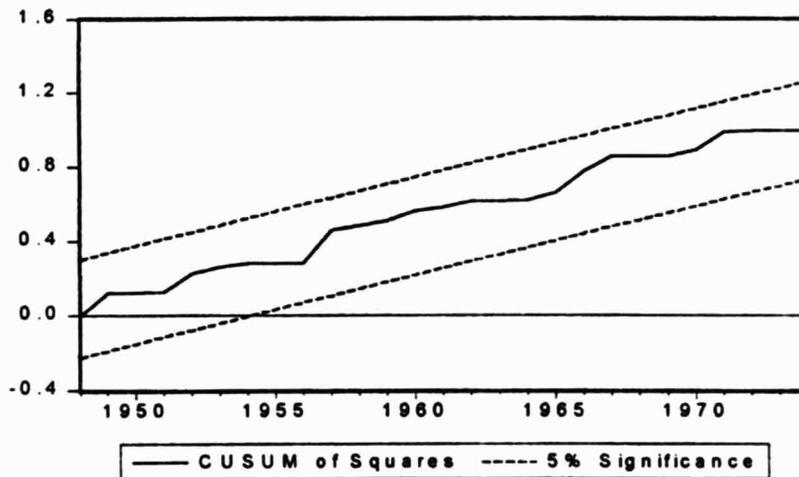
También en la prueba sobre los residuos del modelo, el gráfico resultante se mantiene dentro de los límites de confianza establecidos. Por lo que se afirma que los resultados del modelo, son validos.

**CUSUM Test:**

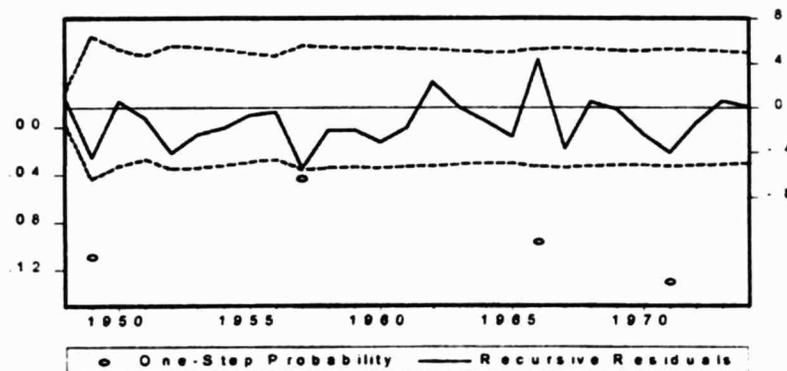
Ambas pruebas, CUSUM y CUSUM cuadrado, se mantienen dentro de los limites de confianza establecidos por la prueba. Este modelo por lo tanto, se encuentra bien especificado y sus resultados sobre la existencia de cointegración entre las series que se presentan.



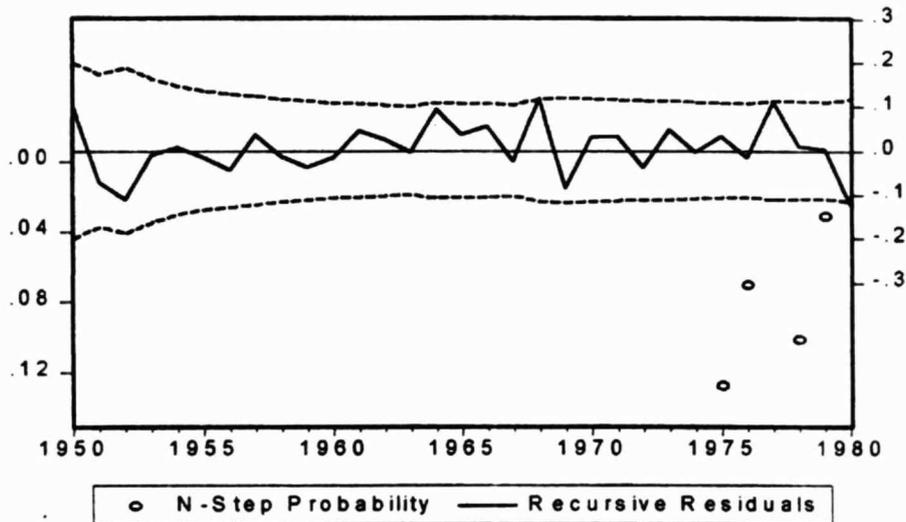
**CUSUM Square Test:**



**One-Step Probability Test:**



### N-Step Probability Test:



Estas ultimas dos pruebas, muestran la evidencia para determinar si el fenómeno de cointegración entre las series, esta siendo forzado por algunas observaciones conocidas como outliers. En ambas pruebas y dentro del limite de confianza al 5%, no encontramos presencia alguna de observaciones que pudieran estar forzando la cointegración.

### Recursive Coefficients:

Los coeficientes calculados en este modelo, se presentan estables, tal y como aparecen en la ultima prueba de coeficientes recursivos.

