



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Grado

Cambio Climático y la relación entre el desarrollo de las economías y las emisiones de gases contaminantes

Climate Change and the Relationship between the development of economies and emissions of polluting gases

Autor

**César Serena Masip**

Directores

Domingo Gallego Martínez y María Isabel Ayuda Bosque

Facultad de Economía y Empresa

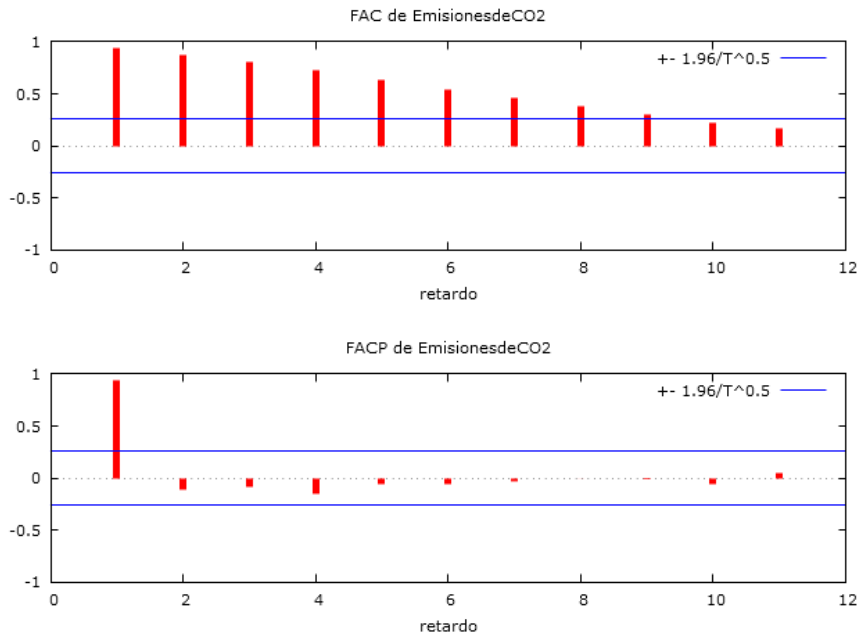
2018-2019

## ANEXO

### ANÁLISIS DE INTEGRACIÓN DE LAS SERIES TEMPORALES DEL MODELO

Empezando con las emisiones de CO<sub>2</sub>, tenemos el siguiente correlograma y gráfico:

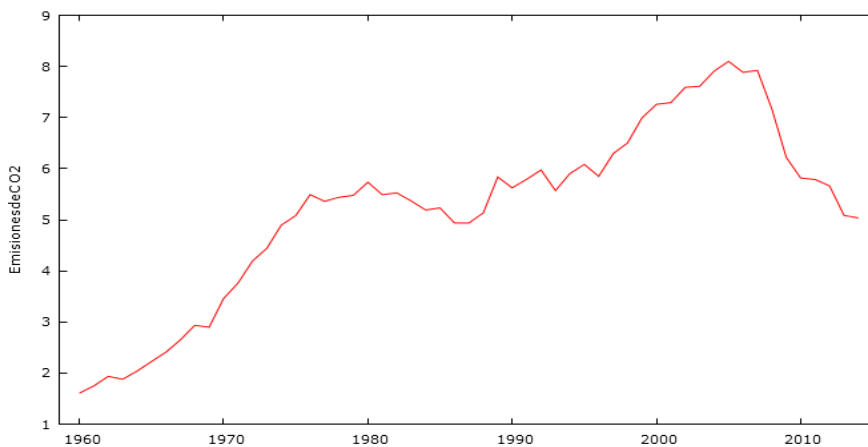
Figura A1. Correlograma de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita.



Fuente: Elaboración Propia

La variable es no estacionaria, los coeficientes de autocorrelación son muy altos y disminuyen muy lentamente, y los coeficientes de autocorrelación parciales tienen un primer valor cercano a 1 y continúan con valores próximos a 0.

Figura A2. Gráfico de la serie temporal de las emisiones de CO<sub>2</sub>



Fuente: Elaboración Propia

El gráfico tiene tendencia, por lo tanto es no estacionaria en media, realizaremos el contraste de Dickey-Fuller en un modelo con constante y tendencia para ver si es I(1):

Figura A3. Contraste De Dickey-Fuller para la serie de las emisiones per capita

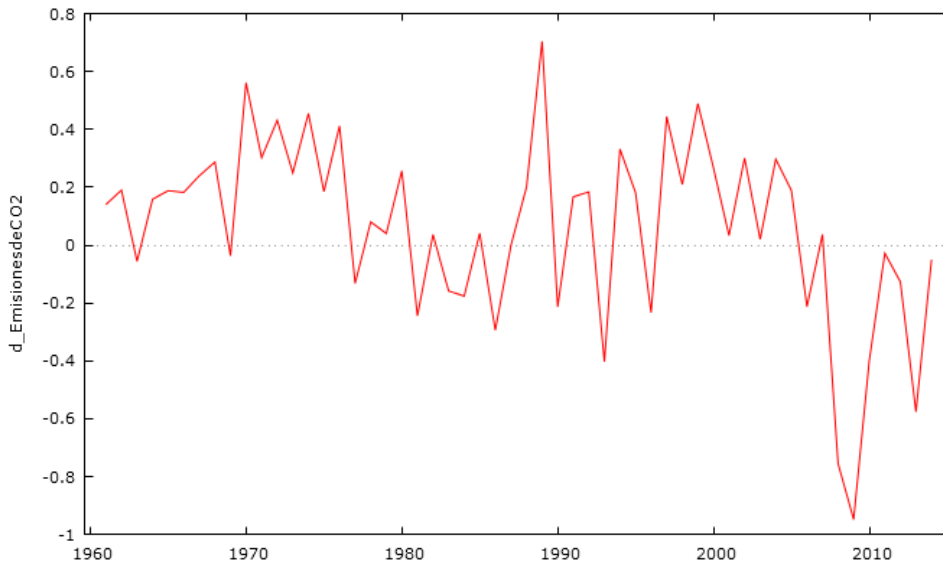
```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para EmisionesdeCO2
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 51
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

con constante y tendencia
incluyendo 3 retardos de (1-L)EmisionesdeCO2
Modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -0.0900617
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -1.56539
Valor p asintótico 0.8067
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.021
Diferencias retardadas: F(3, 45) = 2.379 [0.0822]
```

Fuente: Elaboración Propia

Esta serie es No estacionaria, por lo que es al menos integrada de orden 1, veremos ahora si es I(1), o si el nivel de integración continuaría creciendo, utilizaremos la primera diferencia de la variable.

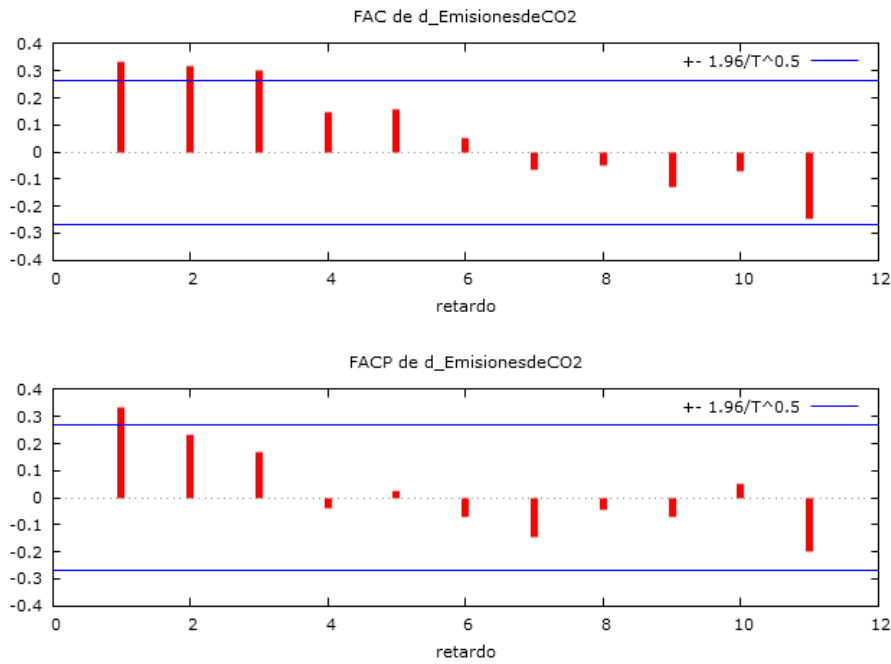
Figura A4. Gráfico de la serie temporal de la diferencia de las emisiones per cápita



Fuente: Elaboración Propia

La tendencia ha desaparecido, pero el gráfico al igual que en la serie anterior esta entorno a una constante, lo tendremos en cuenta en Dickey-Fuller aumentado.

Figura A5. Correlograma de la primera diferencia de las emisiones per cápita:



Fuente: Elaboración Propia

Los coeficientes de autocorrelación disminuyen hacia cero, pero no lo hacen rápidamente, por lo que corroboramos con Dickey-Fuller aumentado.

Figura A6. Contraste De Dickey-Fuller para la diferencia de las emisiones de CO<sub>2</sub>

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_EmisionesdeCO2
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 52
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]
```

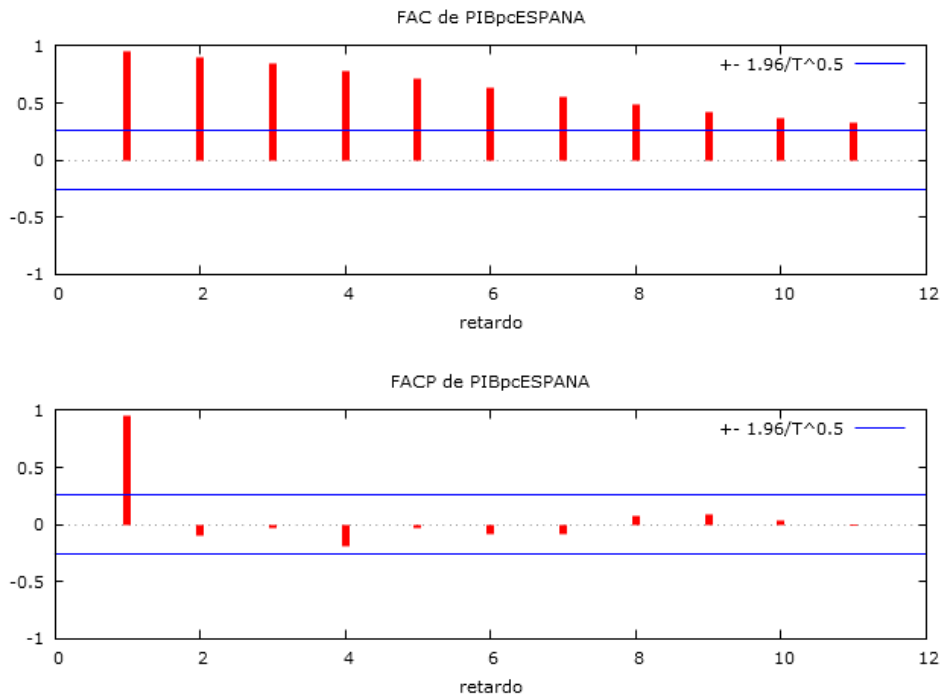
```
contraste con constante
incluyendo un retardo de (1-L)d_EmisionesdeCO2
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -0.490367
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -3.00457
Valor p asintótico 0.03448
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.042
```

Fuente: Elaboración Propia

La serie de las emisiones de CO<sub>2</sub> es integrada de orden 1, ya que el estadístico de contraste es menor que el punto crítico para un nivel de significación del 5%

Continuamos analizando las variables exógenas del modelo, análisis gráfico, correlograma y Contraste de Dickey-Fuller:

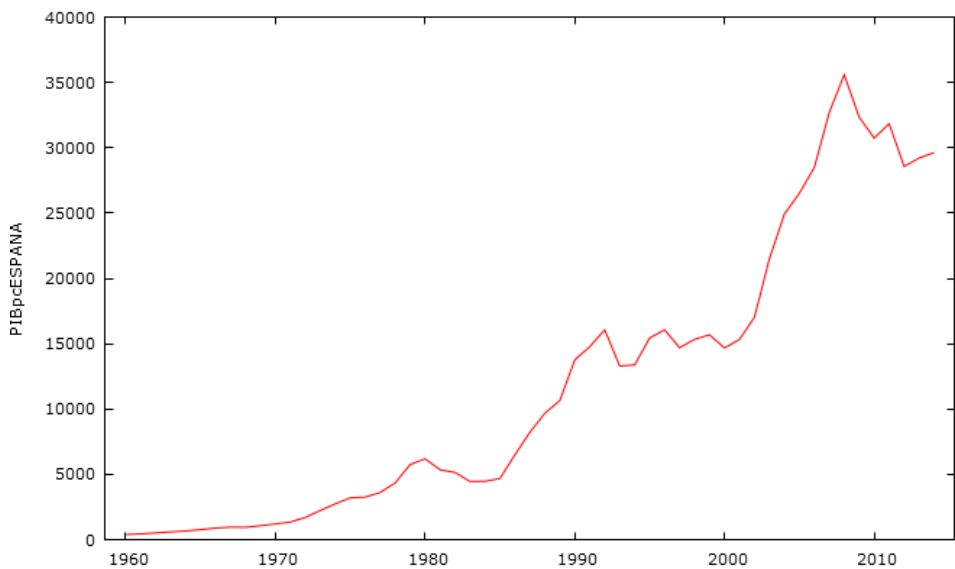
Figura A7. Correlograma del PIB per cápita.



Fuente: Elaboración Propia

Vemos en el Gráfico 4.16, que el correlograma es característico de una serie no estacionaria ya que los coeficientes de autocorrelación son muy altos y disminuyen muy lentamente.

Figura A8. Gráfico de la serie temporal del PIB per cápita.



Fuente: Elaboración Propia

Ahora vemos la serie temporal de los datos de la variable del PIB per cápita a lo largo de los años, observamos que tiene tendencia clara, y que por lo tanto es no estacionaria en media, pero para analizar si es integrada de orden 1 realizaremos el contraste de Dickey-Fuller en un modelo con constante y tendencia.

Figura A9. Contraste de Dickey-Fuller para la serie del PIB per capita

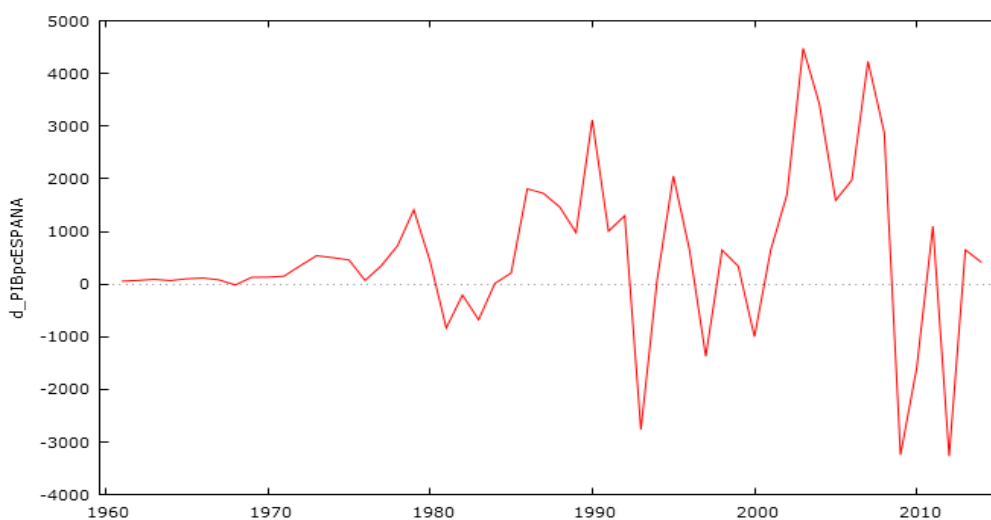
```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para PIBpcESPANA
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 51
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

con constante y tendencia
incluyendo 3 retardos de (1-L)PIBpcESPANA
Modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -0.17106
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = -2.84759
Valor p asintótico 0.1801
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.034
Diferencias retardadas: F(3, 45) = 3.772 [0.0169]
```

Fuente: Elaboración Propia

Como vemos, esta serie no es No estacionaria, por lo que es al menos integrada de orden 1, veremos ahora si es I(1), o si el nivel de integración continuaría creciendo. Para hacerlo, utilizaremos la primera diferencia de la variable.

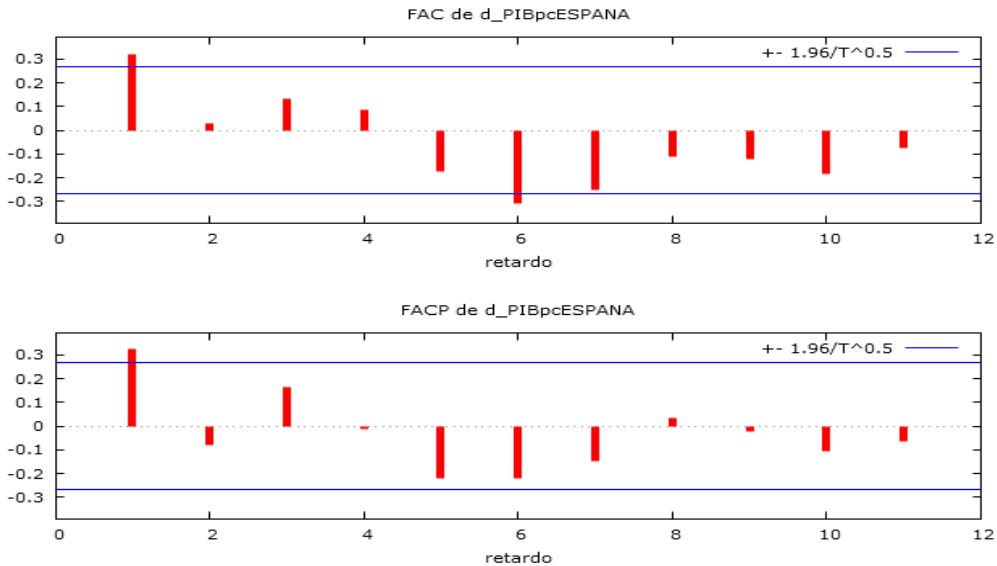
Figura A10. Gráfico de la serie temporal de la diferencia del PIB per cápita.



Fuente: Elaboracion Propia

Vemos como la tendencia ha desaparecido, pero el gráfico esta entorno a una constante, por lo que será necesario introducirla en el análisis de Dickey-Fuller aumentado.

Figura A11. Correlograma de la primera diferencia del del PIB per cápita



Fuente: Elaboración Propia

En este caso el correlograma es característico de una serie ya estacionaria, ya que los coeficientes de autocorrelación disminuyen muy rápidamente hacia cero

Figura A12. Contraste De Dickey-Fuller para la diferencia del PIB per capita

```

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_PIBpcESPANA
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 53
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de (1-L)d_PIBpcESPANA
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
Valor estimado de (a - 1): -0.677508
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -5.11684
valor p 8.46e-005
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.025
    
```

Fuente: Elaboración Propia

Tras utilizar la diferencia de la variable, concluimos que la serie del PIB per cápita español es integrada de orden 1, ya que el estadístico de contraste es menor que el punto crítico del contraste ADF para un nivel de significación del 5%.

Para la serie del PIB per cápita al cuadrado y al cubo, haremos directamente el contraste de raíz unitaria de Dickey-Fuller, sin hacer análisis visual de la serie temporal y los correlogramas.

Figura A13. Contraste De Dickey-Fuller para la serie del PIB al cuadrado

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para Pibcuadrado
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 44
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste sin constante
incluyendo 10 retardos de (1-L)Pibcuadrado
Modelo: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): 0.549134
Estadístico de contraste: tau_nc(1) = 3.65231
Valor p asintótico 0.9999
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.117
Diferencias retardadas: F(10, 33) = 3.889 [0.0015]
```

Fuente: Elaboración Propia

Esta serie es No estacionaria por lo que será al menos integrada de orden 1, veremos ahora si es I(1), utilizaremos la primera diferencia de la variable.

Figura A14. Contraste De Dickey-Fuller para la diferencia del PIB al cuadrado

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_Pibcuadrado
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 48
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 5 retardos de (1-L)d_Pibcuadrado
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -0.99048
Estadístico de contraste: tau_c(1) = -3.34677
Valor p asintótico 0.01294
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.039
Diferencias retardadas: F(5, 41) = 2.609 [0.0387]
```

Fuente: Elaboración Propia

Concluimos que la serie del PIB per cápita español al cuadrado también es integrada de orden 1.

Ahora hacemos el análisis del PIB per cápita español al cubo:



Figura A15. Contraste De Dickey-Fuller para la serie del PIB al cubo

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para PIB3
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 44
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

con constante y tendencia
incluyendo 10 retardos de (1-L)PIB3
Modelo: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): 1.45005
Estadístico de contraste: tau_ct(1) = 2.99891
Valor p asintótico 1
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.105
Diferencias retardadas: F(10, 31) = 5.178 [0.0002]
```

Fuente: Elaboración Propia

Figura A16. Contraste De Dickey-Fuller para la diferencia del PIB al cubo.

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_PIB3
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 45
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste con constante
incluyendo 8 retardos de (1-L)d_PIB3
Modelo: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): 0.16551
Estadístico de contraste: tau_c(1) = 0.219952
Valor p asintótico 0.9739
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.010
Diferencias retardadas: F(8, 35) = 4.171 [0.0014]
```

Fuente: Elaboración Propia

Figura A17. Contraste De Dickey-Fuller para la 2º diferencia del PIB al cubo.

```
Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_d_PIB3
Contrastar desde 10 retardos, con el criterio AIC
Tamaño muestral 45
Hipótesis nula de raíz unitaria: [a = 1]

contraste sin constante
incluyendo 7 retardos de (1-L)d_d_PIB3
Modelo: (1-L)y = (a-1)*y(-1) + ... + e
Valor estimado de (a - 1): -7.78518
Estadístico de contraste: tau_nc(1) = -5.52362
Valor p asintótico 5.592e-008
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.037
Diferencias retardadas: F(7, 37) = 9.755 [0.0000]
```

Fuente: Elaboración Propia

Vemos que el contraste de Dickey-Fuller concluye que la serie del PIB al cubo tiene diferente nivel de integración que las series anteriores, ya que es I(2).

