

# Tráfico portuario de contenedores: Análisis de causalidad entre los puertos de la Península Ibérica

RAMÓN JIMÉNEZ TORIBIO <sup>a</sup>, JUAN JOSÉ GARCÍA DEL HOYO <sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Universidad de Huelva, Facultad de Ciencias Empresariales y Turismo, Campus de la Merced, Plaza de la Merced, s/n, 21002 Huelva, España. E-mail: toribio@uhu.es, hoyo@uhu.es*

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es estudiar la interacción existente entre los puertos de la Península Ibérica en relación al tráfico de contenedores. Como metodología, se ha empleado el enfoque econométrico propuesto por Toda y Yamamoto (1995).

Se determinó que existe una relación de causalidad unidireccional de Portugal a España, ejerciendo el puerto portugués de Sines una posición de liderazgo sobre los puertos portugueses. Los puertos andaluces presentan una relación de causalidad bidireccional con el conjunto de puertos del resto de España. Por último, a nivel andaluz, se debe destacar la gran importancia del puerto de Algeciras, especialmente en el tráfico de mercancías en tránsito, y la relación de causalidad unidireccional del puerto de Huelva al de Sevilla.

*Palabras clave:* Tráfico portuario de contenedores, Series temporales, Causalidad, Península Ibérica.

## Container Port Traffic: Analysis of Causality between the Ports of the Iberian Peninsula

### ABSTRACT

The objective of this paper is to study the interaction between the ports located in the Iberian Peninsula in relation to container traffic. As a methodology, the econometric approach suggested by Toda and Yamamoto (1995) has been used.

It was determined that there is a unidirectional causal relationship from Portugal to Spain, with the Portuguese port of Sines holding a leading position over the Portuguese ports. The Andalusian ports have a bidirectional causal relationship with ports in the rest of Spain. Finally, at the Andalusian level, it should be noted the great importance of the Algeciras port, especially in the traffic of goods in transit, and the unidirectional causal relationship from the Huelva port to Seville port.

*Keywords:* Container Port Traffic, Time Series, Causality, Iberian Peninsula.

Clasificación JEL: C12, C32, L92

---

Artículo recibido en julio de 2018 y aceptado en septiembre de 2018

Artículo disponible en versión electrónica en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref. e-36312

ISSN 1697-5731 (online) – ISSN 1133-3197 (print)

## 1. INTRODUCCIÓN

El comercio marítimo representa, hoy por hoy, la mayor parte de los flujos comerciales mundiales. La demanda de transporte marítimo constituye una demanda derivada, sujeta a los cambios experimentados por la actividad económica y ello se refleja en las estadísticas de tráfico portuario. En general, el incremento experimentado por los tráficos marítimos en los últimos años siempre ha superado los incrementos en el PIB y ello es debido, fundamentalmente, a las economías de escala del transporte marítimo frente a otros modos de transporte. De hecho, entre 1986 y 2016 el comercio marítimo mundial ha pasado de situarse en torno a 3.500 mill. Tm. anuales a 10.286 mill. Tm. en 2016, un incremento anual medio del 3,7% (UNCTAD, 2017). Pero esta evolución no ha sido homogénea, de forma que mientras que el petróleo y derivados tan sólo ha crecido a un ritmo del 2,4% anual, las cargas secas han experimentado un incremento medio del 4,4%. Pero dentro de éstas, son las mercancías contenerizadas las que han mostrado una evolución más favorable, pasando de apenas 164 mill. Tm. en 1986 a 1.720 mill. Tm. en 2016, con un incremento interanual medio del 8,1%, que contrasta con los principales graneles sólidos (4,6%) y las restantes cargas (3,1%). Así, excluyendo los graneles mencionados, del resto de cargas secas las mercancías en contenedores han pasado de representar el 8,3% en 1980, al 20,4% en 1998, hasta representar el 42,4% en 2016. En términos de TEUs, la unidad de medida estándar de contenedores, el volumen transportado ha pasado de 67,3 millones en 1987 a 699,7 millones en 2016, un 940% de incremento total durante las tres décadas.

Las razones para este incremento son variadas. En primer lugar, las ventajas que presenta la carga contenerizada para favorecer la intermodalidad, unido a la expansión progresiva de las dimensiones medias de los buques portacontenedores auspiciada por la ampliación del Canal de Panamá y la existencia de economías de escala en el transporte por las grandes rutas transoceánicas, aunque algunos estudios indiquen que ya no es posible obtenerlas mediante incrementos adicionales de la dimensión media. Este transporte transoceánico se organiza, fundamentalmente, con un modelo que se denomina “hub and spoke”, en la que puertos denominados “hub” reciben contenedores en tránsito de mercancías de puertos secundarios (“local ports” o “gatewayports”) -operadas con barcos de dimensión pequeña o media en un tipo de tráfico que se denomina “feeder”- y, en su caso, añadiendo las originadas o destinadas a su “hinterland” o área de influencia. Los puertos locales o de entrada son los encargados de mover las mercancías de su “hinterland”. Evidentemente, la mayoría de los puertos combinan ambas funciones, aunque es cierto que el hecho de poder realizar la función de “hubs” depende, en gran medida, de la distancia a las grandes rutas y, sobre todo, del calado disponible en los muelles de las terminales de contenedores.

## 2. EL SISTEMA PORTUARIO EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

El objeto de nuestro trabajo, es analizar la competencia entre los puertos peninsulares en el tráfico de contenedores. En España, existen 28 autoridades portuarias diferentes que gestionan 46 puertos distintos, de las que 23 corresponden a la España continental y las restantes a las ciudades de Ceuta y Melilla y los archipiélagos canario y balear. En Portugal, por su parte, además de los puertos localizados en las Azores y en Madeira, existen en el continente un total de nueve puertos, que se clasifican en principales (Leixões, Aveiro, Lisboa, Setúbal y Sines) y secundarios (Viana do Castelo, Figueira da Foz, Faro y Portimão).

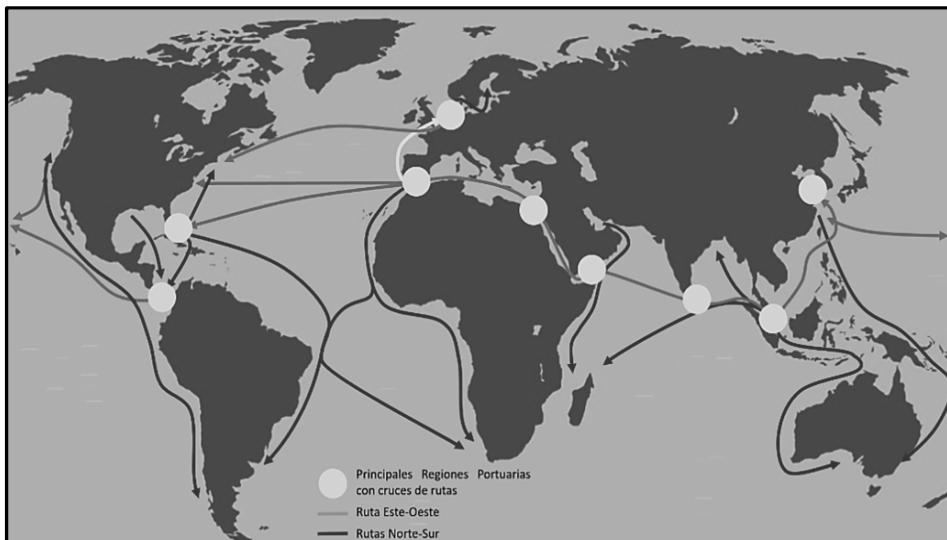
En España, el 75% de las importaciones y el 58% de las exportaciones de mercancías se movilizan por vía marítima (MINCOTUR, 2018). Considerando los Puertos de Interés General del Estado, entre 1995 y 2017 las mercancías movilizadas en los puertos casi se han duplicado, pasando de 278 mill. Tm. a 545 mill. Tm., incremento muy superior al experimentado en el mismo periodo por el comercio exterior, que tan sólo ha crecido un 70,5% en el mismo periodo. Del total de mercancías movilizadas en los puertos españoles en la actualidad, la tercera parte del peso corresponde a mercaderías en contenedores, cuando en 1995 apenas superaban el 14,1%. Pero de estas mercancías, una proporción que ha oscilado en la última década entre el 50-60% corresponde al tráfico de tránsito, que ha crecido un 74% desde 2005, de forma que en la actualidad representa el 21% del total de tráficos en el conjunto de los puertos españoles, con 109 mill. Tm. en 2016. De esta forma, el tránsito representa el 53% de los TEUs movilizadas, concentrándose este segmento de negocio en los puertos de Algeciras, Las Palmas, Valencia y Barcelona, que totalizan el 98% del tráfico, aunque el primero, por sí sólo, moviliza la mitad de los contenedores de transshipment. El comercio exterior propiamente dicho representa el 34,6% de los TEUs movilizadas mientras que el resto corresponde a cabotaje o comercio interior (12,4%).

En Portugal, por su parte, el movimiento portuario representa tan sólo el 14% de la suma de las importaciones y exportaciones, dado que gran parte de su comercio exterior es con España y a través de tráfico ferroviario o transporte por carretera (INE, 2018). Desde 1997 el movimiento portuario ha crecido cerca de un 70%, situándose en la actualidad en 91 mill. Tm., de las cuales, el 14,01% corresponden a contenedores movidos en los puertos. De hecho, entre 2007 y 2016, el tráfico de mercancías contenerizadas se incrementó en Portugal a un ritmo del 7,7% interanual, aunque al desagregarlos vemos que frente a un incremento del 10,9% de los puertos continentales, los puertos insulares tan sólo lo han hecho en un 2,3%. Pero el incremento de los puertos continentales se debe en gran medida al incremento experimentado por Sines, que entre 2007 y 2016 ha crecido a una tasa acumulativa media del 28,9% mientras que el resto

de los puertos tan sólo lo han hecho a un ritmo del 2,3% anual. Este incremento del tráfico de contenedores en Sines se debe en gran medida al tráfico de tránsito o “*transshipment*” de contenedores, que representan el 80% de los TEUs movilizados, con 1,2 millones de TEUs de los 1,5 millones movilizados en 2016.

En conjunto, los puertos de la Península Ibérica de ambos estados representan el 2,3% del total de los contenedores movilizados a nivel mundial, habiendo crecido a un ritmo medio anual del 5,4% anual entre 2000 y 2016, por debajo del incremento medio global que se situó en el periodo en 7,2%. No obstante, comparando con los estados que conformaban la UE-15, la agregación de los puertos de España y Portugal representaban en 2000 el 16,5% del total y en 2016 se ha situado en el 19,8%.

**Figura 1**  
Principales rutas oceánicas y regiones portuarias con cruce de rutas



Fuente: Elaboración propia.

Este incremento se debe, en gran medida, a la localización estratégica de la Península Ibérica junto a las grandes rutas oceánicas, la que conecta el extremo oriente con Europa y Norteamérica a través de Singapur, Suez, Gibraltar y Panamá, y de las rutas Norte-Sur (Figura 1). Esta proximidad convierte a algunos de sus puertos (Valencia, Algeciras, Sines y Barcelona) en verdaderos “*hubs*” o ubicaciones ideales para la carga/descarga de mercancías en tránsito (Merck, 2014). Pero, además, el desarrollo reciente de los corredores ferroviarios europeos, y las mejoras que progresivamente van introduciéndose en las infraestructuras férreas y portuarias para favorecer la intermodalidad, también

permite que puertos medianos puedan desarrollarse como “gatewayports” (Notteboom, 1997, 2010).

**Figura 2**  
Densidad del tráfico de buques en las costas peninsulares



Fuente: Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, 2018.

El movimiento de mercancías en tránsito se realiza para reducir los costes e incrementar la tasa de uso de los buques, y existen dos modalidades diferentes: cuando se realiza entre dos buques que cruzan rutas oceánicas de larga distancia (“relé transshipment”) y cuando se realiza entre un buque de larga distancia (buque madre) y un buque feeder (hub-and-spoke transshipment), materializándose en puertos localizados en cruces entre rutas oceánicas y rutas de corta distancia. Algunos de los puertos de la Península Ibérica, que permiten el movimiento de grandes buques, se encuentran localizados en el cruce de las rutas Norte-Sur y Este-Oeste, como son Sines o Algeciras, en los que las operaciones de transbordo representan más de 2/3 de los contenedores movilizados, mientras que en otros (Valencia, Barcelona, Málaga) las operaciones de tránsito se sitúan por encima de 1/2 de los contenedores movilizados. Estos cinco puertos concentran prácticamente el 100% de los contenedores movidos en transshipment y el 60% de los contenedores de entrada/salida y, en general, compiten fuertemente entre ellos y con otros puertos mediterráneos situados en la ruta Este-Oeste (Tánger-Med, Tarento, Cagliari y Gioia-Tauro). Por su parte, entre los puertos de entrada-salida, el auge del transporte intermodal y el desarrollo de las inversiones en corredores

ferroviarios hace que para un cargador pueda ser prácticamente indiferente el utilizar puertos más o menos distantes del destino final de la carga (Bergantino, 2002), por lo que el grado de competencia entre los puertos que reciben buques feeder se ha incrementado notoriamente en los últimos años. En este sentido, por ejemplo, hay puertos distantes de las grandes rutas que detentan una cuota elevada del tráfico de entrada/salida debido a su “hinterland” (Barcelona, por ejemplo, está a 555 km de la ruta principal y detenta el 24% del total del tráfico) mientras que otros muy próximos a la ruta Este-Oeste apenas tienen relevancia debido a las deficientes conexiones intermodales (Almería, por ejemplo, localizada a 48 km de la ruta y con una cuota de mercado inferior al 1%), mientras que puertos bien conectados, están realizando ingentes inversiones para incorporarse al negocio del tráfico de contenedores desplazando a otros puertos (Huelva, por ejemplo, cuyo tráfico ha crecido entre 2012 y 2017 un 100,7%, pasando de 1.700 TEUs a 56.900 TEUs, en detrimento, aparentemente, de los más cercanos de Sevilla y Cádiz) (Figura 2).

En lo que sigue trataremos de analizar la jerarquía e interrelaciones entre los puertos y agregaciones de puertos de la Península Ibérica mediante el análisis econométrico de las series temporales de los movimientos portuarios de mercancías movidas mediante contenedores. Como veremos, los nichos de negocio que hemos descrito en este apartado, van manifestándose a través de los diferentes contrastes de causalidad de Granger que hemos implementado.

### 3. DATOS

Para realizar este trabajo, se han empleado datos mensuales de tráfico de contenedores expresados en TEUs desde enero de 2014 a marzo de 2018. Para recopilar la información necesaria de los puertos situados en España se ha recurrido a las Estadísticas mensuales de Puertos del Estado y para obtener la de los puertos ubicados en Portugal se ha acudido a las estadísticas elaboradas por la Autoridade da Mobilidade e dos Transportes (AMT) y el desaparecido Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT) (AMT, 2018; IMT, 2018; Puertos del Estado, 2018). El objetivo de estas estadísticas es publicar datos relativos al tráfico portuario de mercancías de los distintos puertos junto con las inversiones efectuadas y las características técnicas de dichos puertos. En la Tabla 1 se presentan los nombres asignados a las variables de este estudio, su definición y la fuente estadística de la información. Igualmente, se han incluido observaciones aclaratorias para algunas de ellas.

**Tabla 1**  
Definición de las variables y fuente de la información

Variable	Definición	Observaciones	Fuente
TOT_ESPC	TEUs totales del total de Puertos de Interés General de España Continental	Excluye Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla	Puertos del Estado
TOT_PORTC	TEUs totales de los puertos de Portugal Continental	Incluye Viana do Castelo, Douro y Leixoes, Aveiro, Figueirada Foz, Lisboa, Setubal y Sines	AMT, IMT
REST_PORTC	TEUs totales de los puertos de Portugal Continental sin Sines	Incluye Viana do Castelo, Douro y Leixoes, Aveiro, Figueira da Foz, Lisboa y Setubal	AMT, IMT
SINES	TEUs totales del puerto de Sines	Sin Portimao ni Vila Real	AMT, IMT
REST_ESPC	TEUs totales del Resto de Puertos de Interés General de España Continental	Excluye Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla y sin Andalucía	Puertos del Estado
TOT_AND	TEUs totales del total de Puertos de Interés General de Andalucía		Puertos del Estado
LEVANTE	TEUs totales de los puertos del Levante peninsular	De Cartagena a Barcelona	Puertos del Estado
NOROESTE	TEUs totales de los puertos de Galicia		Puertos del Estado
NORTE	TEUs totales de los puertos del Cantábrico	Cantábrico (Santander, Asturias, País Vasco)	Puertos del Estado
ALGECIRAS	TEUs totales del puerto de Bahía de Algeciras		Puertos del Estado
ALMERIA	TEUs totales del puerto de Almería		Puertos del Estado
CADIZ	TEUs totales del puerto de Bahía de Cádiz		Puertos del Estado
HUELVA	TEUs totales del puerto de Huelva		Puertos del Estado
MALAGA	TEUs totales del puerto de Málaga		Puertos del Estado
MOTRIL	TEUs totales del puerto de Motril		Puertos del Estado
SEVILLA	TEUs totales del puerto de Sevilla		Puertos del Estado
ALGECIRASST	TEUs sin tránsito del puerto de Bahía de Algeciras		Puertos del Estado
ALMERIAST	TEUs sin tránsito del puerto de Almería		Puertos del Estado
CADIZST	TEUs sin tránsito del puerto de Bahía de Cádiz		Puertos del Estado
HUELVAST	TEUs sin tránsito del puerto de Huelva		Puertos del Estado
MALAGAST	TEUs sin tránsito del puerto de Málaga		Puertos del Estado
MOTRILST	TEUs sin tránsito del puerto de Motril		Puertos del Estado
SEVILLAST	TEUs sin tránsito del puerto de Sevilla		Puertos del Estado
ALGECIRASN	TEUs nacionales del puerto de Bahía de Algeciras		Puertos del Estado
CADIZN	TEUs nacionales del puerto de Bahía de Cádiz		Puertos del Estado
HUELVAN	TEUs nacionales del puerto de Huelva		Puertos del Estado
MALAGAN	TEUs nacionales del puerto de Málaga		Puertos del Estado
SEVILLAN	TEUs nacionales del puerto de Sevilla		Puertos del Estado
ALGECIRASE	TEUs de comercio exterior del puerto de Bahía de Algeciras		Puertos del Estado
CADIZE	TEUs de comercio exterior del puerto de Bahía de Cádiz		Puertos del Estado

**Tabla 1 (continuación)**  
Definición de las variables y fuente de la información

Variable	Definición	Observaciones	Fuente
HUELVAE	TEUs de comercio exterior del puerto de Huelva		Puertos del Estado
MALAGAE	TEUs de comercio exterior del puerto de Málaga		Puertos del Estado
SEVILLAE	TEUs de comercio exterior del puerto de Sevilla		Puertos del Estado

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Tabla 2 hemos calculado los principales estadísticos descriptivos de las variables objeto de estudio. En concreto, se han obtenido la media, la desviación típica y los valores mínimo y máximo de cada variable.

**Tabla 2**  
Principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas

Variables	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
TOT_ESPC	1.113.554	74.823,29	932.078	1.296.413
TOT_PORTC	225.402,7	24.957,45	178.336	304.356
REST_PORTC	105.458,1	8.760,91	88.604	123.452
SINES	119.944,6	21.531,66	85.656	184.094
REST_ESPC	707.936,8	66.593,28	562.650	871.063
TOT_AND	405.617,3	35.217,39	305.975	460.309
LEVANTE	627.288,4	63.162,25	493.547	785.120
NOROESTE	23.621,9	2.404,56	18.091	31.035
NORTE	57.027,08	6.218,99	36.976	71.956
ALGECIRAS	377.793,2	34.109,87	279.984	433.538
ALMERIA	527,94	134,65	229	844
CADIZ	6.428,80	1.138,2	4.221	9.144
HUELVA	1.984,35	2.097,15	201	6.872
MALAGA	6.963,55	7.478,16	2.018	39.603
MOTRIL	117,67	138,86	0	470
SEVILLA	11.801,8	2.213,15	7.723	15.195
ALGECIRASST	31.651,92	4.748,79	25.639	52.146
ALMERIAST	526,75	134,38	229	844
CADIZST	6.406,84	1.122,50	4.221	9.144
HUELVAST	1.943,12	2.026,5	201	6.718
MALAGAST	2.955,73	639,04	2.018	5.587
MOTRILST	116,41	138,25	0	470
SEVILLAST	11.801,65	2.212,91	7.723	15.195
ALGECIRASN	273,84	236,09	8	1.231
CADIZN	3.604,67	1.031,84	2.225	5.619
HUELVAN	1.240,02	1.672,65	40	4.982
MALAGAN	1.272,22	236,53	869	2.044
SEVILLAN	11.118,45	1.960,14	7.522	14.386
ALGECIRASE	31.378,08	4.715,94	25.515	51.696



**Tabla 2 (continuación)**  
Principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas

Variables	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
CADIZE	2.802,18	1.219,96	1.231	6.363
HUELVAE	703,10	469,39	161	1.954
MALAGAE	1.683,51	593,51	839	4.051
SEVILLAE	683,20	556,26	2	2.135

Fuente: Elaboración propia.

## 4. METODOLOGÍA

Con el fin de estudiar la relación de causalidad entre las variables consideradas, en este trabajo se ha utilizado el contraste de causalidad a largo plazo de Toda y Yamamoto (1995). Según Zapata y Rambaldi (1997), esta metodología permite contrastar la causalidad en el sentido de Granger obviando las consecuencias no deseables relacionadas con las propiedades de potencia y tamaño de los contrastes de raíces unitarias y cointegración. En otras palabras, es posible que se pudieran realizar inferencias estadísticas incorrectas sobre la relación de causalidad existente entre las variables simplemente debido a la sensibilidad de los contrastes de raíces unitarias o cointegración a causa de las propiedades de potencia y tamaño anteriormente mencionadas<sup>1</sup>. Mediante este método, se estima un modelo de vector autorregresivo (VAR) con las variables objeto de estudio en niveles que permite reducir los riesgos derivados de la identificación incorrecta del orden de integración de las series temporales y la cointegración entre ellas. Por tanto, la principal virtud de este procedimiento es que no requiere un conocimiento previo del rango de cointegración y, además, es relativamente sencillo de implementar. En particular, el procedimiento de Toda-Yamamoto incrementa el orden correcto del modelo VAR (k) sumándole el máximo orden de integración de las series temporales consideradas ( $d_{\max}$ ). De esta forma, como establece Wolde-Rufael (2005), los estadísticos habituales del contraste de causalidad de Granger tienen la distribución estándar asintótica.

### 4.1. Contrastación del orden de integración de las series

Como paso previo a la implementación del procedimiento de Toda-Yamamoto, se hace necesario analizar la cuestión de la estacionariedad en las

<sup>1</sup> Contrastar la dirección de causalidad se ha realizado generalmente usando los contrastes de Granger (Granger, 1969) o Sims (Sims, 1972). No obstante, estos contrastes se basan en la teoría asintótica, y se ha de tener en cuenta que dicha teoría asintótica únicamente es válida para variables estacionarias (Otero, 1993). Por tanto, si las series consideradas para el análisis de causalidad presentan una raíz unitaria, tales contrastes solamente podrían llevarse a cabo si el modelo VAR se estima con las variables en primeras diferencias, dado que de este modo las variables transformadas serían estacionarias.

series. En este sentido, se ha de determinar el orden de integración de las series, es decir, el número de raíces unitarias existentes en dichas series. Para ello, se ha utilizado el contraste de Dickey–Fuller Aumentado (Dickey y Fuller, 1981). Este contraste se ha realizado tanto sobre las series temporales en niveles como en primeras diferencias. Además, se debe mencionar que el número de retardos (p) a incluir en las regresiones auxiliares del contraste se ha obtenido mediante el criterio de información de Akaike modificado (Ng y Perron, 2001). La inclusión de estos retardos nos permite asegurar que los residuos de las regresiones auxiliares sean ruido blanco.

#### 4.2. El procedimiento de análisis de la causalidad de Toda-Yamamoto

Para implementar el método de Toda y Yamamoto (1995), se realiza un contraste modificado de Wald (MWALD) para analizar la causalidad en el sentido de Granger. El contraste MWALD elimina los problemas que surgen en el contraste de causalidad ordinario de Granger cuando no se tiene en cuenta cualquier posible no estacionariedad o cointegración entre las series (Giles, 1997; Zapata y Rambaldi, 1997; Wolde-Rufael 2004, 2005). En este sentido, según Sanjuán López (1998), el contraste de Toda y Yamamoto (1995) consiste en estimar un modelo VAR con las variables en niveles, disminuyéndose los riesgos asociados con la posible identificación incorrecta del orden de integración de las series. Según Wolde-Rufael (2004), para implementar este método, una vez obtenido el orden correcto del modelo VAR (k), se le ha de añadir un número de retardos igual al orden de integración más alto ( $d_{\max}$ ) de las series consideradas. A continuación, se estima un modelo VAR de orden  $k+d_{\max}$  sin tener en cuenta los coeficientes correspondientes al/a los último/s  $d_{\max}$  retardos (Caporale y Pittis, 1999; Wolde-Rufael, 2004, 2005; Zapata y Rambaldi, 1997). Asimismo, es interesante mencionar que mediante el procedimiento de Toda y Yamamoto (1995) el estadístico habitual del contraste de causalidad tiene la conveniente distribución asintótica pudiéndose realizar inferencias estadísticas válidas. En particular, el estadístico del contraste sigue una distribución asintótica  $\chi^2$  con k grados de libertad. Con el fin de ilustrar en mejor medida el procedimiento de Toda y Yamamoto (1995), presentamos como sería el modelo VAR para el caso de dos variables:

$$\begin{aligned} X_{1t} &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} X_{1,t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{\max}} \alpha_{2j} X_{1,t-j} + \sum_{i=1}^k \phi_{1i} X_{2,t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{\max}} \phi_{2j} X_{2,t-j} + \varepsilon_{1t} \\ X_{2t} &= \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} X_{2,t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{\max}} \beta_{2j} X_{2,t-j} + \sum_{i=1}^k \phi_{1i} X_{1,t-i} + \sum_{j=k+1}^{d_{\max}} \phi_{2j} X_{1,t-j} + \varepsilon_{2t} \end{aligned} \quad (1)$$

Para contrastar que  $X_2$  no causa en el sentido de Granger a  $X_1$ , contrastaremos en la ecuación (1) la restricción  $\phi_{1i} = 0 \forall i$ . Del mismo modo, para contrastar que

$X_1$  no causa en el sentido de Granger a  $X_2$ , contrastaremos en la ecuación (1) la restricción  $\phi_i = 0 \forall i$ . Para realizar estos contrastes, siguiendo a Dolado y Lütkepohl (1996), se realiza un contraste modificado de Wald basado en estimaciones Mínimo Cuadráticas Ordinarias (MCO) del modelo aumentado expresado en la ecuación (1).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como paso preliminar a la implementación del procedimiento de Toda y Yamamoto (1995) para llevar a cabo el análisis causal, se ha estudiado el orden de integración de las series de tráfico de contenedores consideradas mediante el contraste de Dickey-Fuller Aumentado (Dickey y Fuller, 1981), aplicándose dicho contraste sobre las series en niveles y en primeras diferencias. Considerando los resultados presentados en la Tabla 3, se concluye que las series temporales TOT\_PORTC, REST\_PORTC, SINES, REST\_ESPC, LEVANTE, CADIZ, HUELVA, SEVILLA, CADIZST, HUELVA, MALAGAST, SEVILLAST, ALGECIRASN, CADIZN, HUELVAN, SEVILLAN, CADIZE, HUELVAE, MALAGAE son I(1) y, por tanto, tienen una raíz unitaria. En cambio, las series temporales TOT\_ESPC, TOT\_AND, NOROESTE, NORTE, ALGECIRAS, ALMERIA, MALAGA, MOTRIL, ALGECIRASST, ALMERIAST, MOTRILST, MALAGAN, ALGECIRASE, SEVILLAE son I(0), es decir, son estacionarias.

**Tabla 3**  
Contraste de Dickey-Fuller Aumentado

Variable	Modelo	p	Estadístico T	Variable	Modelo	p	Estadístico t
TOT_ESPC	$\tau_\tau$	0	-5,38***	$\Delta$ TOT_ESPC	$\tau$	0	-10,40***
TOT_PORTC	$\tau_\tau$	2	-1,35	$\Delta$ TOT_PORTC	$\tau_\mu$	0	-10,91***
REST_PORTC	$\tau_\mu$	4	-2,25	$\Delta$ REST_PORTC	$\tau$	0	-11,46***
SINES	$\tau_\mu$	0	-2,55	$\Delta$ SINES	$\tau$	0	-7,79***
REST_ESPC	$\tau_\tau$	1	-3,15	$\Delta$ REST_ESPC	$\tau$	0	-10,77***
TOT_AND	$\tau_\mu$	2	-2,87*	$\Delta$ TOT_AND	$\tau$	0	-9,65***
LEVANTE	$\tau_\tau$	1	-3,06	$\Delta$ LEVANTE	$\tau$	0	-10,75***
NOROESTE	$\tau_\tau$	0	-5,52***	$\Delta$ NOROESTE	$\tau$	0	-10,26***
NORTE	$\tau_\mu$	0	-8,71***	$\Delta$ NORTE	$\tau$	0	-13,42***
ALGECIRAS	$\tau_\mu$	0	-4,58***	$\Delta$ ALGECIRAS	$\tau$	0	-9,09***
ALMERIA	$\tau_\mu$	0	-4,65***	$\Delta$ ALMERIA	$\tau$	0	-8,03***
CADIZ	$\tau_\mu$	5	-1,78	$\Delta$ CADIZ	$\tau$	1	-5,42***
HUELVA	$\tau_\tau$	2	-1,35	$\Delta$ HUELVA	$\tau_\mu$	0	-10,91***
MALAGA	$\tau_\mu$	0	-4,61***	$\Delta$ MALAGA	$\tau$	0	-6,70***
MOTRIL	$\tau$	2	-2,39**	$\Delta$ MOTRIL	$\tau$	0	-9,73***
SEVILLA	$\tau_\tau$	5	-2,81	$\Delta$ SEVILLA	$\tau$	0	-9,30***
ALGECIRASST	$\tau_\mu$	2	-3,50**	$\Delta$ ALGECIRASST	$\tau$	0	-11,82***
ALMERIAST	$\tau_\mu$	0	-4,67***	$\Delta$ ALMERIAST	$\tau$	0	-8,03***

**Tabla 3 (continuación)**  
 Contraste de Dickey-Fuller Aumentado

Variable	Modelo	p	Estadístico T	Variable	Modelo	p	Estadístico t
CADIZST	$\tau_{\mu}$	5	-1,79	$\Delta$ CADIZST	$\tau$	1	-5,54***
HUELVAST	$\tau_{\tau}$	2	-1,45	$\Delta$ HUELVAST	$\tau$	3	-2,95***
MALAGAST	$\tau_{\mu}$	4	-1,91	$\Delta$ MALAGAST	$\tau$	0	-11,59***
MOTRILST	$\tau$	2	-2,41**	$\Delta$ MOTRILST	$\tau$	0	-9,66***
SEVILLAST	$\tau_{\tau}$	5	-2,81	$\Delta$ SEVILLAST	$\tau$	0	-9,30***
ALGECIRASN	$\tau$	3	-1,25	$\Delta$ ALGECIRASN	$\tau$	0	-9,48***
CADIZN	$\tau$	3	0,24	$\Delta$ CADIZN	$\tau$	1	-4,42***
HUELVAN	$\tau_{\tau}$	2	-1,47	$\Delta$ HUELVAN	$\tau$	2	-3,39***
MALAGAN	$\tau_{\tau}$	0	-7,48***	$\Delta$ MALAGAN	$\tau$	0	-13,00***
SEVILLAN	$\tau_{\tau}$	4	-2,26	$\Delta$ SEVILLAN	$\tau$	0	-9,19***
ALGECIRASE	$\tau_{\mu}$	2	-3,48**	$\Delta$ ALGECIRASE	$\tau$	0	-11,78***
CADIZE	$\tau_{\mu}$	3	-2,32	$\Delta$ CADIZE	$\tau$	0	-14,27***
HUELVAE	$\tau_{\tau}$	1	-2,65	$\Delta$ HUELVAE	$\tau$	1	-5,64***
MALAGAE	$\tau$	4	-0,14	$\Delta$ MALAGAE	$\tau$	0	-10,64***
SEVILLAE	$\tau_{\tau}$	0	-4,06**	$\Delta$ SEVILLAE	$\tau$	0	-7,87***

Nota: Los valores críticos proceden de MacKinnon (1996).

\* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Modelo:  $\tau_{\tau}$  indica que la regresión auxiliar del contraste de Dickey-Fuller Aumentado incluye una constante y una tendencia;  $\tau_{\mu}$  indica que sólo incluye una constante;  $\tau$  indica que no incluye ninguna componente determinista.

Número máximo de retardos = 6.

El criterio modificado de Akaike (Ng y Perron, 2001) se ha utilizado para la selección del número de retardos de la regresión auxiliar.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, una vez determinado el orden de integración de las series, se ha estimado los modelos VAR con las variables en niveles. Como componente determinista, se ha incluido una constante en los modelos. Para determinar el número de retardos a incluir en los modelos VAR, se ha utilizado en general el criterio de información de Akaike (Lütkepohl, 1993). No obstante, en aquellos casos en los que el modelo VAR seleccionado mediante este criterio ha presentado problemas de autocorrelación serial, se ha modificado el número de retardos a incluir hasta obtener un modelo que fuese válido.

En la Tabla 4 se muestra para cada modelo VAR considerado el número de retardos (k) incluidos y los contrastes multivariantes LM de autocorrelación hasta el orden 1 y hasta el orden 12 (Johansen, 1995). Los resultados indican que los modelos están correctamente especificados para un nivel de significación del 5%.

**Tabla 4**  
Contrastes multivariantes de validación de los modelos

Relaciones de variables	k	Autocorrelación (contraste LM) hasta el orden 1	Autocorrelación (contraste LM) hasta el orden 12
TOT_PORTC/TOT_ESPC	5	1,376739	8,592694
SINES/REST_PORTC/TOT_ESPC	4	7,659046	11,59209
SINES/REST_PORTC/TOT_AND/REST_ESPC	4	16,5705	22,05855
SINES/REST_PORTC/TOT_AND/LEVANTE/ NOROESTE/NORTE	4	39,25488	35,81631
ALGECIRAS/ALMERIA/CADIZ/HUELVA/MALAGA/ MOTRIL/SEVILLA	3	39,7446	61,9726
ALGECIRAS/ALMERIA/ALMERIAST/CADIZST/HUELVA/SEVILLA/ MOTRILST/SEVILLAST	3	54,72876	47,83861
ALGECIRAS/ALMERIA/CADIZ/HUELVA/MALAGA/SEVILLA	5	48,19264	49,12267
ALGECIRAS/ALMERIA/ALMERIAST/CADIZST/HUELVA/SEVILLA/ MOTRILST/SEVILLAST	4	41,66558	39,42009
MALAGA/CADIZ/HUELVA/SEVILLA/ALGECIRAS	4	21,70235	35,31495
MALAGA/CADIZ/HUELVA/SEVILLA/ALGECIRAS	3	27,3697	30,63411
MALAGA/CADIZ/HUELVA/SEVILLA/ALGECIRAS	2	22,49989	18,68876

Nota: \* significativo a un nivel del 5%.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez comprobada la validez de los modelos considerados, se ha procedido a realizar los contrastes de causalidad del procedimiento de Toda-Yamamoto. En primer lugar, se ha analizado la dirección de la causalidad entre el conjunto de los puertos españoles (TOT\_ESPC) y el conjunto de los puertos portugueses (TOT\_PORTC) utilizando el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. Como se muestra en la Tabla 5, Portugal causa a España para un nivel de significación del 1%.

**Tabla 5**  
Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre TOT\_PORTC y TOT\_ESPC

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
$H_0$ : TOT_PORTC vs. TOT_ESPC	5,910437	TOT_PORTC → TOT_ESPC
$H_0$ : TOT_ESPC vs. TOT_PORTC	15,9767***	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, se ha estudiado la dirección de la causalidad entre el puerto de Sines (SINES), el resto de puertos de Portugal (REST\_PORTC) y el conjunto de los puertos de España (TOT\_ESPC) teniendo en cuenta el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. Como se observa en la Tabla 6, Sines causa al Resto de Portugal para un nivel de significación del 5% y Sines presenta una

relación de causalidad bidireccional con España (nivel de significación del 10%). Finalmente, el Resto de Portugal causa a España para un nivel de significación del 1%.

**Tabla 6**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre SINES, REST\_PORTC y TOT\_ESPC

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H <sub>0</sub> : SINES vs. REST_PORTC	3,569765	SINES → REST_PORTC
H <sub>0</sub> : REST_PORTC vs. SINES	10,73779**	
H <sub>0</sub> : SINES vs. TOT_ESPC	8,148358*	SINES ↔ TOT_ESPC
H <sub>0</sub> : TOT_ESPC vs. SINES	9,290238*	
H <sub>0</sub> : REST_PORTC vs. TOT_ESPC	2,795537	REST_PORTC → TOT_ESPC
H <sub>0</sub> : TOT_ESPC vs. REST_PORTC	33,15085***	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se ha investigado la dirección de la causalidad entre el puerto de Sines (SINES), el resto de puertos de Portugal (REST\_PORTC), el conjunto de los puertos de Andalucía (TOT\_AND) y el resto de puertos de España (REST\_ESPC) usando el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. En la Tabla 7 se muestran los resultados del análisis concluyéndose que Sines causa al resto de puertos de Portugal para un nivel de significación del 10%. El resto de puertos de Portugal causa al conjunto de puertos andaluces y al Resto de España, ambos a un nivel de significación del 1%. Finalmente, existe una relación de causalidad bidireccional entre el conjunto de puertos de Andalucía y el resto de puertos de España.

**Tabla 7**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre SINES, REST\_PORTC, TOT\_AND y REST\_ESPC

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H <sub>0</sub> : SINES vs. REST_PORTC	4,376567	SINES → REST_PORTC
H <sub>0</sub> : REST_PORTC vs. SINES	7,981817*	
H <sub>0</sub> : SINES vs. por TOT_AND	3,347483	No
H <sub>0</sub> : TOT_AND vs. SINES	2,381865	
H <sub>0</sub> : SINES vs. REST_ESPC	1,449058	No
H <sub>0</sub> : REST_ESPC vs. SINES	7,168443	
H <sub>0</sub> : REST_PORTC vs. TOT_AND	3,065974	REST_PORTC → TOT_AND
H <sub>0</sub> : TOT_AND vs. REST_PORTC	17,61549***	
H <sub>0</sub> : REST_PORTC vs. REST_ESPC	6,238762	REST_PORTC → REST_ESPC
H <sub>0</sub> : REST_ESPC vs. REST_PORTC	22,66887***	
H <sub>0</sub> : TOT_AND vs. REST_ESPC	9,683461**	TOT_AND ↔ REST_ESPC
H <sub>0</sub> : REST_ESPC vs. TOT_AND	13,91454***	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se ha analizado la dirección de la causalidad entre el puerto de Sines (SINES), el resto de puertos de Portugal (REST\_PORTC), el conjunto de los puertos de Andalucía (TOT\_AND), el conjunto de puertos del Levante (LEVANTE), los puertos gallegos (NOROESTE) y los puertos del Cantábrico (NORTE). Como en los casos anteriores, se ha empleado el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. A partir de los resultados mostrados en la Tabla 8, se determina que Sines causa a Galicia y al Cantábrico, ambos a un nivel de significación del 1%. El resto de puertos de Portugal causa a Galicia y al Levante, ambos a un nivel de significación del 5%, y también a Andalucía y al Cantábrico, ambos a un nivel de significación del 1%. Galicia causa a Andalucía a un nivel de significación del 1%. El Levante causa a Galicia a un nivel de significación del 1% y al Cantábrico a un nivel de significación del 10%. El Cantábrico causa a Galicia a un nivel de significación del 5%. Por último, existe una relación de causalidad bidireccional entre Andalucía y el Levante y, entre Andalucía y el Cantábrico.

**Tabla 8**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre SINES, REST\_PORTC, TOT\_AND, LEVANTE, NOROESTE y NORTE

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: SINES vs. REST_PORTC	2,922814	No
H0: REST_PORTC vs. SINES	2,702774	
H0: SINES vs. TOT_AND	2,062422	No
H0: TOT_AND vs. SINES	4,457358	
H0: SINES vs. LEVANTE	3,702632	No
H0: LEVANTE vs. SINES	6,548319	
H0: SINES vs. NOROESTE	1,113702	SINES → NOROESTE
H0: NOROESTE vs. SINES	25,05676***	
H0: SINES vs. NORTE	1,92479	SINES → NORTE
H0: NORTE vs. SINES	16,87375***	
H0: REST_PORTC vs. TOT_AND	3,370542	REST_PORTC → TOT_AND
H0: TOT_AND vs. REST_PORTC	13,46709***	
H0: REST_PORTC vs. LEVANTE	5,13049	REST_PORTC → LEVANTE
H0: LEVANTE vs. REST_PORTC	12,73634**	
H0: REST_PORTC vs. NOROESTE	2,659469	REST_PORTC → NOROESTE
H0: NOROESTE vs. REST_PORTC	11,21987**	
H0: REST_PORTC vs. NORTE	6,937448	REST_PORTC → NORTE
H0: NORTE vs. REST_PORTC	20,86463***	
H0: TOT_AND vs. LEVANTE	16,09101***	TOT_AND ↔ LEVANTE
H0: LEVANTE vs. TOT_AND	11,60588**	
H0: TOT_AND vs. NOROESTE	13,58537***	TOT_AND ← NOROESTE
H0: NOROESTE vs. TOT_AND	5,27791	
H0: TOT_AND vs. NORTE	12,12692**	TOT_AND ↔ NORTE
H0: NORTE vs. TOT_AND	22,70404***	
H0: LEVANTE vs. NOROESTE	2,60253	LEVANTE → NOROESTE

**Tabla 8** (continuación)

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre SINES, REST\_PORTC, TOT\_AND, LEVANTE, NOROESTE y NORTE

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: NOROESTE vs. LEVANTE	15,63722***	
H0: LEVANTE vs. NORTE	2,85378	LEVANTE → NORTE
H0: NORTE vs. LEVANTE	9,067803*	
H0: NOROESTE vs. NORTE	9,621789**	NOROESTE ← NORTE
H0: NORTE vs. NOROESTE	7,339742	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

Para concluir, nos hemos centrado en los puertos andaluces realizando un estudio de la dirección de causalidad entre ellos. En este sentido, en primer lugar, se ha analizado la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces (ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA, MOTRIL y SEVILLA), usando el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. En la Tabla 9 se presentan los resultados, obteniéndose que Huelva causa a Sevilla a un nivel de significación del 10%. Almería causa a Málaga a un nivel de significación del 10%. Sevilla causa a Cádiz a un nivel de significación del 10% y a Almería a un nivel de significación del 5%. Finalmente, Cádiz causa a Almería a un nivel de significación del 10%.

**Tabla 9**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA, MOTRIL y SEVILLA

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: ALGECIRAS vs. ALMERIA	4,389163	No
H0: ALMERIA vs. ALGECIRAS	3,344819	
H0: ALGECIRAS vs. CADIZ	1,226662	No
H0: CADIZ vs. ALGECIRAS	5,709057	
H0: ALGECIRAS vs. HUELVA	5,908459	No
H0: HUELVA vs. ALGECIRAS	1,328996	
H0: ALGECIRAS vs. MALAGA	1,181186	No
H0: MALAGA vs. ALGECIRAS	2,505178	
H0: ALGECIRAS vs. MOTRIL	0,585319	No
H0: MOTRIL vs. ALGECIRAS	6,001757	
H0: ALGECIRAS vs. SEVILLA	5,165923	No
H0: SEVILLA vs. ALGECIRAS	1,208773	
H0: ALMERIA vs. CADIZ	7,684461*	ALMERIA ← CADIZ
H0: CADIZ vs. ALMERIA	1,595908	
H0: ALMERIA vs. HUELVA	2,701449	No
H0: HUELVA vs. ALMERIA	0,901719	
H0: ALMERIA vs. MALAGA	4,324629	ALMERIA → MALAGA



**Tabla 9 (continuación)**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA, MOTRIL y SEVILLA

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: MALAGA vs. ALMERIA	6,269641*	No
H0: ALMERIA vs. MOTRIL	6,024133	
H0: MOTRIL vs. ALMERIA	1,089485	
H0: ALMERIA vs. SEVILLA	9,168187**	ALMERIA ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. ALMERIA	3,693476	
H0: CADIZ vs. HUELVA	2,634584	No
H0: HUELVA vs. CADIZ	2,847706	
H0: CADIZ vs. MALAGA	5,996577	No
H0: MALAGA vs. CADIZ	1,925798	
H0: CADIZ vs. MOTRIL	3,860336	No
H0: MOTRIL vs. CADIZ	1,539311	
H0: CADIZ vs. SEVILLA	7,118098*	CADIZ ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. CADIZ	0,329449	
H0: HUELVA vs. MALAGA	1,510028	No
H0: MALAGA vs. HUELVA	2,176399	
H0: HUELVA vs. MOTRIL	0,430004	No
H0: MOTRIL vs. HUELVA	0,688884	
H0: HUELVA vs. SEVILLA	2,280799	HUELVA → SEVILLA
H0: SEVILLA vs. HUELVA	6,987864*	
H0: MALAGA vs. MOTRIL	1,647853	No
H0: MOTRIL vs. MALAGA	0,499547	
H0: MALAGA vs. SEVILLA	2,915629	No
H0: SEVILLA vs. MALAGA	2,507161	
H0: MOTRIL vs. SEVILLA	2,074085	No
H0: SEVILLA vs. MOTRIL	4,750598	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

En segundo lugar, se ha investigado la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces (ALGECIRASST, ALMERIAST, CADIZST, HUELVAST, MALAGAST, MOTRILST y SEVILLAST), usando el tráfico portuario de mercancías sin tránsito expresado en TEUs. Los resultados, que se pueden observar en la Tabla 10, nos permiten concluir que Algeciras causa a Cádiz a un nivel de significación del 1%. Cádiz causa a Motril a un nivel de significación del 10%. Huelva causa a Sevilla a un nivel de significación del 10%. Málaga causa a Huelva a un nivel de significación del 10%, a Cádiz a un nivel de significación del 5% y a Motril a un nivel de significación del 5%.

**Tabla 10**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRASST, ALMERIAST, CADIZST, HUELVAST, MALAGAST, MOTRILST y SEVILLAST

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: ALGECIRASST vs. ALMERIAST	0,203821	No
H0: ALMERIAST vs. ALGECIRASST	1,081797	
H0: ALGECIRASST vs. CADIZST	1,900959	ALGECIRASST → CADIZST
H0: CADIZST vs. ALGECIRASST	14,75915***	
H0: ALGECIRASST vs. HUELVAST	2,981278	No
H0: HUELVAST vs. ALGECIRASST	0,954935	
H0: ALGECIRASST vs. MALAGAST	3,316787	No
H0: MALAGAST vs. ALGECIRASST	0,961348	
H0: ALGECIRASST vs. MOTRILST	0,77992	No
H0: MOTRILST vs. ALGECIRASST	0,67905	
H0: ALGECIRASST vs. SEVILLAST	5,971243	No
H0: SEVILLAST vs. ALGECIRASST	0,290052	
H0: ALMERIAST vs. CADIZST	4,860997	No
H0: CADIZST vs. ALMERIAST	1,599459	
H0: ALMERIAST vs. HUELVAST	0,959579	No
H0: HUELVAST vs. ALMERIAST	1,396223	
H0: ALMERIAST vs. MALAGAST	3,664972	No
H0: MALAGAST vs. ALMERIAST	0,003901	
H0: ALMERIAST vs. MOTRILST	4,31756	No
H0: MOTRILST vs. ALMERIAST	0,637416	
H0: ALMERIAST vs. SEVILLAST	5,545695	No
H0: SEVILLAST vs. ALMERIAST	2,267908	
H0: CADIZST vs. HUELVAST	2,05998	No
H0: HUELVAST vs. CADIZST	0,546335	
H0: CADIZST vs. MALAGAST	9,518944**	CADIZST ← MALAGAST
H0: MALAGAST vs. CADIZST	3,747487	
H0: CADIZST vs. MOTRILST	6,152198	CADIZST → MOTRILST
H0: MOTRILST vs. CADIZST	7,004414*	
H0: CADIZST vs. SEVILLAST	3,642334	No
H0: SEVILLAST vs. CADIZST	1,828081	
H0: HUELVAST vs. MALAGAST	6,979026*	HUELVAST ← MALAGAST
H0: MALAGAST vs. HUELVAST	1,428231	
H0: HUELVAST vs. MOTRILST	0,206253	No
H0: MOTRILST vs. HUELVAST	3,005876	
H0: HUELVAST vs. SEVILLAST	1,367692	HUELVAST → SEVILLAST
H0: SEVILLAST vs. HUELVAST	6,626965*	
H0: MALAGAST vs. MOTRILST	0,839983	MALAGAST → MOTRILST
H0: MOTRILST vs. MALAGAST	8,537441**	
H0: MALAGAST vs. SEVILLAST	1,0934	No
H0: SEVILLAST vs. MALAGAST	2,527626	
H0: MOTRILST vs. SEVILLAST	2,728054	No
H0: SEVILLAST vs. MOTRILST	1,235775	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

En tercer lugar, se ha investigado la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces excluyendo el puerto de Motril (ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA y SEVILLA), que es un puerto cuyo tráfico de mercancías es muy reducido si lo comparamos con los otros puertos andaluces. Para ello, se ha utilizado el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. A partir de los resultados de la Tabla 11, se determina que existe una relación de causalidad bidireccional entre Algeciras y Almería, y entre Algeciras y Málaga. Huelva causa a Almería a un nivel de significación del 1% y a Málaga a un nivel de significación del 5%. Cádiz causa a Algeciras a un nivel de significación del 5% y a Málaga a un nivel de significación del 10%. Sevilla causa a Algeciras y a Cádiz, ambos a un nivel de significación del 10%, y también a Málaga a un nivel de significación del 1%. Por último, Málaga causa a Almería a un nivel de significación del 10%.

**Tabla 11**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA y SEVILLA

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: ALGECIRAS vs. ALMERIA	18,07939***	ALGECIRAS ↔ ALMERIA
H0: ALMERIA vs. ALGECIRAS	29,50673***	
H0: ALGECIRAS vs. CADIZ	11,93946**	ALGECIRAS ← CADIZ
H0: CADIZ vs. ALGECIRAS	3,843116	
H0: ALGECIRAS vs. HUELVA	4,845641	No
H0: HUELVA vs. ALGECIRAS	3,22438	
H0: ALGECIRAS vs. MALAGA	17,64358***	ALGECIRAS ↔ MALAGA
H0: MALAGA vs. ALGECIRAS	11,19414**	
H0: ALGECIRAS vs. SEVILLA	10,45939*	ALGECIRAS ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. ALGECIRAS	1,083355	
H0: ALMERIA vs. CADIZ	6,053505	No
H0: CADIZ vs. ALMERIA	5,659357	
H0: ALMERIA vs. HUELVA	21,36798***	ALMERIA ← HUELVA
H0: HUELVA vs. ALMERIA	5,982558	
H0: ALMERIA vs. MALAGA	9,348847*	ALMERIA ← MALAGA
H0: MALAGA vs. ALMERIA	8,479245	
H0: ALMERIA vs. SEVILLA	8,953891	No
H0: SEVILLA vs. ALMERIA	4,7426	
H0: CADIZ vs. HUELVA	7,432012	No
H0: HUELVA vs. CADIZ	2,540049	
H0: CADIZ vs. MALAGA	6,52439	CADIZ → MALAGA
H0: MALAGA vs. CADIZ	10,70517*	
H0: CADIZ vs. SEVILLA	9,801545*	CADIZ ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. CADIZ	1,551456	
H0: HUELVA vs. MALAGA	4,065362	HUELVA → MALAGA
H0: MALAGA vs. HUELVA	13,23475**	
H0: HUELVA vs. SEVILLA	2,44071	No
H0: SEVILLA vs. HUELVA	2,055095	

**Tabla 11** (continuación)

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRAS, ALMERIA, CADIZ, HUELVA, MALAGA y SEVILLA

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: MALAGA vs. SEVILLA	16,01548***	MALAGA ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. MALAGA	2,587005	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

En cuarto lugar, se ha llevado a cabo un análisis de la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces excluyendo el puerto de Motril por la razón expuesta anteriormente (ALGECIRASST, ALMERIAST, CADIZST, HUELVAST, MALAGAST y SEVILLAST), usando el tráfico portuario de mercancías sin tránsito expresado en TEUs. En la Tabla 12 se presentan los resultados obtenidos. Se establece que Algeciras causa a Cádiz y a Sevilla, ambos a un nivel de significación del 10%. Huelva causa a Sevilla a un nivel de significación del 5%. Málaga causa a Sevilla a un nivel de significación del 5%. Finalmente, se detecta una relación de causalidad bidireccional entre Sevilla y Almería.

**Tabla 12**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRASST, ALMERIAST, CADIZST, HUELVAST, MALAGAST y SEVILLAST

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: ALGECIRASST vs. ALMERIAST	4,57239	No
H0: ALMERIAST vs. ALGECIRASST	1,598445	
H0: ALGECIRASST vs. CADIZST	1,538377	ALGECIRASST → CADIZST
H0: CADIZST vs. ALGECIRASST	9,468073*	
H0: ALGECIRASST vs. HUELVAST	5,418351	No
H0: HUELVAST vs. ALGECIRASST	2,204681	
H0: ALGECIRASST vs. MALAGAST	4,188934	No
H0: MALAGAST vs. ALGECIRASST	3,518165	
H0: ALGECIRASST vs. SEVILLAST	2,920206	ALGECIRASST → SEVILLAST
H0: SEVILLAST vs. ALGECIRASST	8,593144*	
H0: ALMERIAST vs. CADIZST	3,230892	No
H0: CADIZST vs. ALMERIAST	1,414074	
H0: ALMERIAST vs. HUELVAST	4,062113	No
H0: HUELVAST vs. ALMERIAST	3,809167	
H0: ALMERIAST vs. MALAGAST	0,950873	No
H0: MALAGAST vs. ALMERIAST	2,447624	
H0: ALMERIAST vs. SEVILLAST	10,94183**	ALMERIAST ↔ SEVILLAST
H0: SEVILLAST vs. ALMERIAST	9,808124**	
H0: CADIZST vs. HUELVAST	2,959212	No
H0: HUELVAST vs. CADIZST	0,754162	

**Tabla 12 (continuación)**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre ALGECIRASST, ALMERIAST, CADIZST, HUELVAST, MALAGAST y SEVILLAST

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: CADIZST vs. MALAGAST	2,510505	No
H0: MALAGAST vs. CADIZST	2,765243	
H0: CADIZST vs. SEVILLAST	5,98238	No
H0: SEVILLAST vs. CADIZST	3,190167	
H0: HUELVAST vs. MALAGAST	6,138135	No
H0: MALAGAST vs. HUELVAST	7,723341	
H0: HUELVAST vs. SEVILLAST	0,747878	HUELVAST → SEVILLAST
H0: SEVILLAST vs. HUELVAST	10,03836**	
H0: MALAGAST vs. SEVILLAST	3,719702	MALAGAST → SEVILLAST
H0: SEVILLAST vs. MALAGAST	9,516371**	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

En quinto lugar, se ha estudiado la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces excluyendo los puertos de Motril y Almería (MALAGA, CADIZ, HUELVA, SEVILLA y ALGECIRAS), que son los que tienen una menor relevancia en la región con respecto al tráfico portuario de mercancías, empleando el tráfico portuario de mercancías total expresado en TEUs. Los resultados se muestran en la Tabla 13, concluyéndose que Sevilla causa a Málaga a un nivel de significación del 10%. Málaga causa a Algeciras a un nivel de significación del 10%. Para terminar, Huelva causa a Algeciras a un nivel de significación del 1%.

**Tabla 13**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre MALAGA, CADIZ, HUELVA, SEVILLA y ALGECIRAS

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: MALAGA vs. CADIZ	3,994576	No
H0: CADIZ vs. MALAGA	3,660778	
H0: MALAGA vs. HUELVA	4,835438	No
H0: HUELVA vs. MALAGA	6,263062	
H0: MALAGA vs. SEVILLA	8,186575*	MALAGA ← SEVILLA
H0: SEVILLA vs. MALAGA	1,699936	
H0: MALAGA vs. ALGECIRAS	5,205493	MALAGA → ALGECIRAS
H0: ALGECIRAS vs. MALAGA	8,65682*	
H0: CADIZ vs. HUELVA	2,774998	No
H0: HUELVA vs. CADIZ	2,300058	
H0: CADIZ vs. SEVILLA	6,682622	No
H0: SEVILLA vs. CADIZ	0,559262	
H0: CADIZ vs. ALGECIRAS	3,426481	No
H0: ALGECIRAS vs. CADIZ	4,508617	

**Tabla 13 (continuación)**  
 Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre MALAGA, CADIZ, HUELVA, SEVILLA y ALGECIRAS

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: HUELVA vs. SEVILLA	2,588008	No
H0: SEVILLA vs. HUELVA	2,459469	
H0: HUELVA vs. ALGECIRAS	0,7801	HUELVA → ALGECIRAS
H0: ALGECIRAS vs. HUELVA	14,45628***	
H0: SEVILLA vs. ALGECIRAS	0,486978	No
H0: ALGECIRAS vs. SEVILLA	6,858286	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

En sexto lugar, se ha realizado un análisis de la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces excluyendo los puertos de Motril y Almería (MALAGAN, CADIZN, HUELVAN, SEVILLAN y ALGECIRASN), como se ha hecho anteriormente, considerando en este caso el tráfico portuario de mercancías nacional expresado en TEUs. A partir de los resultados presentados en la Tabla 14 para un nivel de significación del 1% en todos estos casos, se determina que Algeciras causa a Málaga y a Huelva. Cádiz causa a Sevilla. Finalmente, Huelva causa a Sevilla.

**Tabla 14**  
 Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre MALAGAN, CADIZN, HUELVAN, SEVILLAN y ALGECIRASN

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: MALAGAN vs. CADIZN	0,420141	No
H0: CADIZN vs. MALAGAN	2,079248	
H0: MALAGAN vs. HUELVAN	4,33762	No
H0: HUELVAN vs. MALAGAN	1,636705	
H0: MALAGAN vs. SEVILLAN	1,851121	No
H0: SEVILLAN vs. MALAGAN	5,746968	
H0: MALAGAN vs. ALGECIRASN	11,89251***	MALAGAN ← ALGECIRASN
H0: ALGECIRASN vs. MALAGAN	0,367009	
H0: CADIZN vs. HUELVAN	3,538239	No
H0: HUELVAN vs. CADIZN	4,287019	
H0: CADIZN vs. SEVILLAN	5,401639	CADIZN → SEVILLAN
H0: SEVILLAN vs. CADIZN	12,85898***	
H0: CADIZN vs. ALGECIRASN	0,936765	No
H0: ALGECIRASN vs. CADIZN	3,728165	
H0: HUELVAN vs. SEVILLAN	1,915164	HUELVAN → SEVILLAN
H0: SEVILLAN vs. HUELVAN	18,10965***	
H0: HUELVAN vs. ALGECIRASN	24,931***	HUELVAN ← ALGECIRASN
H0: ALGECIRASN vs. HUELVAN	5,430962	
H0: SEVILLAN vs. ALGECIRASN	5,537341	No
H0: ALGECIRASN vs. SEVILLAN	0,839438	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

Para concluir con el análisis de la causalidad entre los puertos andaluces, se ha estudiado la dirección de la causalidad entre todos los puertos andaluces excluyendo los puertos de Motril y Almería (MALAGAE, CADIZE, HUELVAE, SEVILLAE y ALGECIRASE), como se ha hecho en los dos casos anteriores, en este caso teniendo en cuenta el tráfico portuario de mercancías de comercio exterior expresado en TEUs. Los resultados mostrados en la Tabla 15 nos permiten establecer a un nivel de significación del 5% que, por un lado, Huelva causa a Málaga y, por otro lado, Algeciras causa a Cádiz.

**Tabla 15**

Contraste de causalidad de Toda-Yamamoto para  $d_{\max}=1$  entre MALAGAE, CADIZE, HUELVAE, SEVILLAE y ALGECIRASE

Hipótesis nula (no es causada en sentido Granger)	Estadísticos MWALD	Dirección de la causalidad
H0: MALAGAE vs. CADIZE	1,345112	No
H0: CADIZE vs. MALAGAE	0,813069	
H0: MALAGAE vs. HUELVAE	6,63328**	MALAGAE ← HUELVAE
H0: HUELVAE vs. MALAGAE	1,132929	
H0: MALAGAE vs. SEVILLAE	1,094745	No
H0: SEVILLAE vs. MALAGAE	0,016163	
H0: MALAGAE vs. ALGECIRASE	0,14548	No
H0: ALGECIRASE vs. MALAGAE	1,949568	
H0: CADIZE vs. HUELVAE	3,355583	No
H0: HUELVAE vs. CADIZE	1,000586	
H0: CADIZE vs. SEVILLAE	1,157751	No
H0: SEVILLAE vs. CADIZE	4,263159	
H0: CADIZE vs. ALGECIRASE	6,349823**	CADIZE ← ALGECIRASE
H0: ALGECIRASE vs. CADIZE	3,431203	
H0: HUELVAE vs. SEVILLAE	2,861861	No
H0: SEVILLAE vs. HUELVAE	1,347128	
H0: HUELVAE vs. ALGECIRASE	2,659564	No
H0: ALGECIRASE vs. HUELVAE	4,288342	
H0: SEVILLAE vs. ALGECIRASE	2,968053	No
H0: ALGECIRASE vs. SEVILLAE	0,205325	

Nota: \* Estadístico significativo al 10%. \*\* Estadístico significativo al 5%. \*\*\* Estadístico significativo al 1%.

Fuente: Elaboración propia.

## 6. CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo ha sido investigar la relación de causalidad entre los puertos situados en la Península Ibérica en relación al tráfico de contenedores utilizando el procedimiento de Toda y Yamamoto (1995). Para ello, se han estudiado las relaciones de causalidad entre los puertos portugueses y españoles, entre los andaluces y el resto de puertos de la Península Ibérica, y entre el conjunto de puertos andaluces.

Mediante la aplicación de los contrastes de causalidad de Toda-Yamamoto, en primer lugar, se ha determinado que existe una relación de causalidad unidireccional desde Portugal hacia España, ejerciendo el puerto portugués de Sines una posición de liderazgo sobre el conjunto de los puertos portugueses. Por otro lado, se ha detectado una relación de causalidad unidireccional desde el resto de puertos portugueses hacia el conjunto de puertos de España y una relación de causalidad bidireccional entre Sines y el conjunto de puertos de España. En este sentido, se debe comentar que el gobierno portugués está implementando una estrategia para duplicar el tráfico de contenedores en sus puertos en una década mediante un aumento de la competitividad portuaria entre 2016-2026. Por este motivo, se está realizando un significativo esfuerzo inversor para seguir impulsando el desarrollo y crecimiento de los puertos lusos. Se espera que las mayores inversiones y crecimientos se produzcan en los puertos de Sines, Lisboa y Leixões. Además, con respecto a Sines, habría que añadir que presenta una inmejorable localización estratégica en relación a las rutas marítimas más importantes de tráfico de contenedores; cuenta con una amplia conectividad con otros puertos del continente americano; está mejorando su conectividad ferroviaria lo que está facilitando la firma de acuerdos con otros puertos españoles como el de Sevilla; cuenta con las dos navieras más importantes a nivel mundial, Maersk Line (ML) y Mediterranean Shipping Company (MSC), dado que aunque inicialmente Sines era de MSC, ambas operan gracias a un acuerdo entre ellas; y presenta unas características técnicas que permiten atracar barcos de gran calado (Vasco, 2015). Por todo ello, se justifica el resultado obtenido.

En segundo lugar, el conjunto de puertos de Andalucía presenta una relación de causalidad bidireccional con el conjunto de puertos del resto de España. Asimismo, existe una relación de causalidad unidireccional desde el resto de puertos de Portugal tanto hacia Andalucía como hacia el resto de puertos de España. A nivel de España, es interesante mencionar que los puertos están intentando captar nuevas inversiones al igual que tráfico adicional de mercancías lo que contribuirá a un incremento de la actividad y, como resultado de ello, a un aumento del empleo. En este contexto, Puertos del Estado (2016) realiza un conjunto de recomendaciones cuya implementación persigue incrementar la competitividad y la eficiencia de los puertos españoles entre las que cabe destacar: favorecer el aumento del número de prestadores de servicios portuarios mediante la supresión de barreras de entrada; desarrollar estudios que comparen los servicios portuarios de España con los de otros puertos de Europa; e implementar un sistema que mida la calidad de los servicios portuarios.

En tercer lugar, empleando un mayor nivel de desagregación de los puertos españoles, se establece que Sines causa a Galicia y al Cantábrico, y el resto de puertos de Portugal causa a Galicia, al Levante, a Andalucía y al Cantábrico. Por tanto, se vuelve a poner de manifiesto el liderazgo de Portugal sobre España en esta materia. Centrándonos en las relaciones de causalidad entre los puertos



españoles, se determina una relación de causalidad bidireccional entre Andalucía y el Cantábrico, y otra entre Andalucía y el Levante. Por otro lado, se obtienen relaciones de causalidad unidireccional desde el Cantábrico hacia Galicia, desde Galicia hacia Andalucía y desde el Levante hacia Galicia y el Cantábrico.

Finalmente, a nivel andaluz, se ha realizado un análisis utilizando el tráfico portuario de mercancías total, el tráfico portuario de mercancías sin tránsito, el tráfico portuario de mercancías nacional y el tráfico portuario de mercancías de comercio exterior, estando expresados en todos los casos estos tráficos de mercancías en TEUs. Se ha considerado, en primer lugar, todos los puertos andaluces, y posteriormente, nos hemos centrado en los puertos de mayor importancia, excluyendo en primer lugar el puerto de Motril y en segundo lugar el puerto de Almería. Como principales conclusiones, cabe destacar la relación de causalidad unidireccional desde el puerto de Huelva al de Sevilla, lo que pone en evidencia el crecimiento significativo que está experimentando el puerto de Huelva a nivel de tráfico portuario de mercancías frente al de Sevilla gracias, por un lado, a su situación geográfica y sus características técnicas y, por otro lado, al esfuerzo inversor que se está realizando desde la autoridad portuaria para potenciarlo como plataforma logística. Además, se ha de añadir que el puerto de Sevilla está viendo afectada su potencialidad en relación al tráfico portuario de contenedores por la imposibilidad de realizar el dragado del río Guadalquivir como consecuencia del negativo impacto medioambiental que provocaría sobre el estuario y el Parque Nacional de Doñana. Igualmente, cabe mencionar la gran importancia del puerto de Algeciras tanto a nivel de España como de Andalucía, debiéndose destacar su relevancia en el tráfico de mercancías en tránsito. En este sentido, se ha puesto de manifiesto la influencia que el puerto de Algeciras ejerce sobre los puertos de Cádiz, Sevilla y Málaga, aunque en ciertos casos estas relaciones de causalidad son bidireccionales.

Los resultados alcanzados en este trabajo y sus correspondientes conclusiones pueden ser de gran utilidad para la determinación del área de influencia o “hinterland” de cada puerto en relación al tráfico de contenedores y para el estudio de la competencia entre puertos que, como se ha puesto de manifiesto previamente, ha aumentado considerablemente debido al auge del transporte intermodal y al desarrollo de las inversiones en corredores ferroviarios (Bergantino, 2002). En este sentido, el conocimiento del área de influencia o “hinterland” puede resultar de interés a la hora de valorar comercialmente un puerto por los distintos grupos de interés del mercado de transporte marítimo, entre los cuales cabe mencionar a consignatarios, armadores o intermediarios financieros y comerciales. Igualmente, este tipo de investigación puede contribuir al diseño de la política de inversiones de los puertos con el fin de introducir mejoras a nivel logístico que permitan una gestión más eficiente en el ámbito portuario lo que permitirá incrementar el crecimiento comercial y ampliar el área de influencia o “hinterland” de un puerto.

Las investigaciones futuras podrían estar dirigidas a analizar el área de influencia o “hinterland” no sólo de los puertos situados en la Península Ibérica, sino también a nivel de Europa o incluso a nivel mundial.

Finalmente, se debe comentar que estos resultados se deberían considerar con cautela a causa del tamaño de la muestra. Como afirman Zapata y Rambaldi (1997), el contraste MWALD implementado para analizar la causalidad en el sentido de Granger para desarrollar el método propuesto por Toda y Yamamoto (1995) posee una potencia alta en muestras de un tamaño normal o grande (i.e., más de 50 observaciones). Sin embargo, experimenta una pérdida de potencia en muestras de tamaño pequeño (i.e., igual o menor que 50 observaciones), siendo el tamaño de la muestra considerada en este trabajo ligeramente superior a 50 (51 observaciones).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMT (2018). “Acompanhamento do Mercado Portuário”. *Relatorio Mensual*. <https://www.amt-autoridade.pt>.
- BERGANTINO, A. S. (2002). “The European Commission approach to Port Policy: some open issues”. *International Journal of Transport Economics*, 29, pp. 337-379.
- CAPORALE, G. M. y PITTIS, N. (1999). “Efficient estimation of cointegrating vectors and testing for causality in vector autoregressions”. *Journal of Economic Surveys*, 13(1), pp. 1-35.
- DICKEY, D. A. y FULLER, W. A. (1981). “Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root”. *Econometrica*, 49, pp. 1057-1072.
- DOLADO, J. J. y LÜTKEPOHL, H. (1996). “Making Wald Tests Work for Cointegrated VAR Systems”. *Econometric Reviews*, 15(4), pp. 369-386.
- GILES, D. (1997). “Causality Between the Measured and Underground Economies in New Zealand”. *Applied Economics Letters*, 4, pp. 63-67.
- GRANGER, C. (1969). “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross Spectral Methods”. *Econometrica*, 37, pp. 434-438.
- IMT (2018). Movimento de Carga e de Navios nos Portos do Continente. <http://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Paginas/IMTHome.aspx>.
- JOHANSEN, S. (1995). *Likelihood-based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models*. Oxford: Oxford University Press.
- LUTKEPOHL, H. (1993). *Introduction to Multiple Time Series Analysis*. Berlin: Springer-Verlag.
- MACKINNON, J. G. (1996). “Numerical Distribution Functions for Unit Root and Cointegration Tests”. *Journal of Applied Econometrics*, 11, pp. 601-618.
- MERCK, O. (2014). *The Competitiveness of Global Port-Cities*. Paris: OCDE Publishing.
- MINCOTUR (2018). Datacomex. Estadísticas del Comercio Exterior Español, <http://datacomex.comercio.es/index.htm> [Último acceso: 10/5/2018].

- NOTTEBOOM, T.E. (1997). "Concentration and load centre development in the European container port system". *Journal of Transport Geography*, 5(2), pp. 99-115.
- NOTTEBOOM, T.E. (2010). "Concentration and the formation of multi-port gateway regions in the European container port system: an update". *Journal of Transport Geography*, 18 (4), pp. 567-583.
- NG, S. y PERRON, P. (2001). "Lag length selection and the construction of unit root tests with good size and power". *Econometrica*, 69(6), pp. 1519-1554.
- PUERTOS DEL ESTADO (2016). Informe de competitividad. [http://observatorio.puertos.es/DOC\\_PUBLICOS/INFORME%20ANUAL%20DE%20COMPETITIVIDAD%202016.pdf](http://observatorio.puertos.es/DOC_PUBLICOS/INFORME%20ANUAL%20DE%20COMPETITIVIDAD%202016.pdf) [Último acceso: 23/9/2018].
- PUERTOS DEL ESTADO (2018). Estadísticas Mensuales de Tráfico Portuario. [http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica\\_mensual.aspx](http://www.puertos.es/es-es/estadisticas/Paginas/estadistica_mensual.aspx).
- OTERO, J. M. (1993). *Econometría. Series temporales y predicción*. Madrid: Editorial AC.
- SAN JUÁN LÓPEZ, A. I. (1998). *Integración Espacial de Mercados Agrarios: Una Propuesta Metodológica Aplicada a los Sectores Porcino y Ovino de la UE*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza.
- SIMS, C. (1972). "Money, Income and Causality" en *American Economic Review*, 62, pp. 540-552.
- TODA, H. Y. y YAMAMOTO, T. (1995). "Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes". *Journal of Econometrics*, 66, pp. 225-250.
- UNCTAD (2017). *Review of Maritime Transport*. Nueva York: United Nations Publication.
- VASCO, P. (2015). *Os potenciais hinterlands dos portos portugueses para cargas contentorizadas, baseado nas acessibilidades rodoviárias*. Tesis Doctoral, Universidade do Porto.
- WOLDE-RUFAEL, Y. (2004). "Disaggregated industrial energy consumption and GDP: the case of Shanghai, 1952-1999". *Energy Economics*, 26(1), pp. 69-75.
- WOLDE-RUFAEL, Y. (2005). "Energy demand and economic growth: the African experience". *Journal of Policy Modeling*, 27, pp. 891-903.
- ZAPATA, H. O. y RAMBALDI, A. N. (1997). "Monte Carlo evidence on cointegration and causation". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 59, pp. 285-298.

