



Trabajo Fin de Grado

Análisis De La Función de Producción De Las Empresas Españolas De Calzado

Autor:

Yanxizhu Hu

Tutora:

Ayuda Bosque, María Isabel

Facultad de Economía y Empresa

2021-2022

RESUMEN

El objetivo de este estudio es comparar las economías de las empresas españolas de calzado en 2018 y 2020, con objeto de analizar si ha habido algún cambio importante debido a la crisis causada por el Covid19. Utilizando la función de producción Cobb-Douglas se quiere estudiar la relación entre los cambios en la producción y los cambios en gasto en de obra, materias primas y capital, especialmente para las grandes empresas de calzado españolas. Se analiza si estas relaciones son distintas antes y después Covid-19 y si estas funciones de producción difieren entre las empresas de calzado que se dedican a la exportación y las que no exportan. Se concluye que no existe una evidencia clara de que la actividad de exportadora afecte a la producción de las grandes empresas españolas de calzado ni un impacto significativo de la pandemia en la producción de las empresas españolas de calzado.

Palabras clave: Función de producción, economía, exportación, Cobb-Douglas.

ABSTRACT

The objective of this study is to compare the economies of Spanish footwear companies in 2018 and 2020, in order to analyze whether there have been any major changes due to the crisis caused by Covid19. Using the Cobb-Douglas production function, we want to study the relationship between changes in production and changes in labor, raw materials and capital expenditure, especially for large Spanish footwear companies. We analyze whether these relationships are different before and after Covid-19 and whether these production functions differ between exporting and non-exporting footwear firms. It is concluded that there is no clear evidence that exporting activity affects the production of large Spanish footwear firms, nor a significant impact of the pandemic on the production of Spanish footwear firms.

Key words: Production function, economy, export, Cobb-Douglas.

Autor: YANXIZHU, HU

Tutora: Ayuda Bosque, María Isabel

Titulación vinculada: Grado de Economía

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. REVISIÓN LITERATURA.....	7
2.1. EFECTOS DEL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL MUNDO Y EN ESPAÑA.....	8
2.2. LA INDUSTRIA MANUFACTURERA EN ESPAÑA DURANTE LA PANDEMIA.....	9
2.3. SECTOR CALZADO EN ESPAÑA	10
2.4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	21
3.1. TIPO DE DATOS	21
3.2. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....	21
3.3. ESTIMACIÓN MCO.....	22
4. ANÁLISIS EMPÍRICO	22
4.1. PLANTEAMIENTO DE MODELOS ALTERNATIVOS	22
4.2. FORMA FUNCIONAL	24
4.3. INTERPRETACIÓN DE LAS ESTIMACIONES DE MODELO	25
4.4. CHEQUEO DE LOS MODELOS	28
4.5. INCORPORACIÓN DE VARIABLES FICTICIAS EN EL ANÁLISIS DE REGRESIÓN	33
4.6. SELECCIÓN DE MODELOS.....	35
5. CONCLUSIONES	37
6. BIBLIOGRAFÍA	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PIB Y VAB DEL SECTOR MANUFACTURERO	9
GRÁFICO 2:EVOLUCIÓN DEL EMPLEO (EN MILES) Y VOLUMEN DE VENTAS (EN CIENTOS MILLONES) DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN ESPAÑA DURANTE 2009-2020	11
GRÁFICO 3: SALDO DE LA BALANZA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN ESPAÑA ENTRE 2018 Y 2021.....	11
GRÁFICO 4: EVOLUCIÓN DEL EMPLEO EN EL SECTOR DEL CALZADO DURANTE EL AÑO 2020	12
GRÁFICO 5: COMPARACIÓN ENTRE EL VOLUMEN DE VENTAS Y VALOR DE PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL CALZADO EN ESPAÑA DE 2009 A 2020 (EN MILLONES DE EUROS). 13	
GRÁFICO 6: VALOR Y VARIACIÓN DE LAS EXPORTACIONES ESPAÑOLAS DE CALZADO ENTRE 2013 Y 2020.....	14
GRÁFICO 7: CONTRASTE NORMALIDAD DE LOS RESIDUOS DEL MODELO PARA 2018.....	29
GRÁFICO 8: CONTRASTE NORMALIDAD DE LOS RESIDUOS DEL MODELO PARA 2020.....	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: PARTICIPACIÓN DE CADA VARIABLE EN LAS EMPRESAS DE CALZADO CON ACTIVIDAD EXPORTADORA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA SOBRE TODAS EMPRESAS DE CALZADO CON EXPORTACIÓN Y SOBRE ESPAÑA (CON/SIN EXPORTACIÓN) EN 2018 17	
TABLA 2: PARTICIPACIÓN DE CADA VARIABLE EN LAS EMPRESAS DE CALZADO SIN ACTIVIDAD EXPORTADORA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA SOBRE TODAS EMPRESAS DE CALZADO SIN EXPORTACIÓN Y SOBRE ESPAÑA (CON/SIN EXPORTACIÓN) EN 2018. 18	
TABLA 3: PARTICIPACIÓN DE CADA VARIABLE EN LAS EMPRESAS DE CALZADO CON ACTIVIDAD EXPORTADORA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA SOBRE TODAS EMPRESAS DE CALZADO CON EXPORTACIÓN Y SOBRE ESPAÑA (CON/SIN EXPORTACIÓN) EN 2020 19	
TABLA 4: PARTICIPACIÓN DE CADA VARIABLE EN LAS EMPRESAS DE CALZADO SIN ACTIVIDAD EXPORTADORA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA SOBRE TODAS EMPRESAS DE CALZADO SIN EXPORTACIÓN Y SOBRE ESPAÑA (CON/SIN EXPORTACIÓN) EN 2020. 19	
TABLA 5: LAS 10 PRINCIPALES EMPRESAS DE CALZADO CON MAYORES INGRESOS DE EXPLOTACIÓN EN LA COMUNIDAD VALENCIANA EN 2018 Y 2020	20

TABLA 6: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN 2018	23
TABLA 7: DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA PARA LA VARIABLE PRODUCCIÓN 2020	24
TABLA 8: MATRIZ DE CORRELACIONES DE LAS VARIABLES PARA 2018.....	25
TABLA 9: MATRIZ DE CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES PARA 2020	25
TABLA 10: ESTIMACIÓN PARA LAS EMPRESAS GRANDES EN 2018	26
TABLA 11: ESTIMACIÓN PARA LAS EMPRESAS GRANDES EN 2020	27
TABLA 12: APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE COLINEALIDAD DEL MODELO PARA 2018.....	30
TABLA 13: APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE COLINEALIDAD DEL MODELO PARA 2020.....	30
TABLA 14: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE RESET DEL MODELO PARA 2018.....	30
TABLA 15: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE RESET DEL MODELO PARA 2020.....	31
TABLA 16: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE BREUSCH-PAGAN DEL MODELO PARA 2018 ..	31
TABLA 17: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE WHITE DEL MODELO PARA 2018.....	32
TABLA 18: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE BREUSH-PAGAN DEL MODELO PARA 2020	32
TABLA 19: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE WHITE DEL MODELO PARA 2020.....	33
TABLA 20: ESTIMACIÓN DEL MODELO CON UNA FICTICIA DEL AÑO 2018	34
TABLA 21: ESTIMACIÓN DEL MODELO CON UNA FICTICIA DEL AÑO 2020	34
TABLA 22: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE CHOW DEL MODELO PARA 2018.....	35
TABLA 23: APLICACIÓN DE CONTRASTE DE CHOW DEL MODELO PARA 2020.....	35
TABLA 24: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS EMPRESAS GRANDES PARA 2018	36
TABLA 25: COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS EMPRESAS GRANDES PARA 2020	36

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS DE CALZADO ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN 2018 Y 2020.....	15
FIGURA 2: DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS EXPORTADORAS DE CALZADO ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN 2018 Y 2020.....	16
FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DE LAS EMPRESAS DE CALZADO NO EXPORTADORAS ENTRE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN 2018 Y 2020.....	16

1. INTRODUCCIÓN

España tiene una larga historia en la producción de calzado. Muchas empresas producen y/o venden zapatos desde hace más de 50 años y las previsiones para España indican que esta industria tiene buenas perspectivas de crecimiento.

El concepto de Industria 4.0 se ha introducido para impulsar la transformación digital en la industria. Este concepto utiliza tecnología IoT, big data, inteligencia artificial y otras tecnologías para optimizar y mejorar el proceso, lo que resulta en una mayor productividad, más flexibilidad y una respuesta más rápida a las demandas del mercado. Sin embargo, la automatización ha resultado en una "sustitución", poniendo en peligro algunas industrias y puestos de trabajo y reduciendo las tasas de empleo. La revolución digital no solo ha alterado nuestra economía, sino que también ha alterado el mercado laboral y la estructura de la fuerza laboral.

Debido también al problema de la epidemia y la interrupción inesperada de las actividades económicas, se han realizado una serie de ajustes en la estructura industrial en los últimos dos años y el equilibrio económico mundial ha cambiado.

La industria manufacturera, en particular, se ve obligada a ajustar su nueva estructura industrial en el entorno actual de competitividad global, progreso tecnológico e innovación.

Según los datos del INE de 2018, en España había unas 3.777 empresas que producían calzado de calidad y que dan empleo a más de 25.000 trabajadores. En el año 2019, el número de empresas que fabrican calzado se había reducido a 3.172. España e Italia son los principales países productores de calzado de la UE, y según estudios realizados en 2018, España está un poco por detrás, en cuanto a producción total, que países como India, Vietnam o Indonesia.

Afectada por la crisis del coronavirus, la industria del calzado es uno de los sectores más afectados en España, con una caída del 31,2% en la producción española de calzado en 2020 respecto al 2019. En diciembre de 2020 se redujo un 41,3% en relación con el mes anterior.

En este trabajo se pretende analizar los factores que afectan a la producción de la industria

española del calzado en el contexto de la Industria 4.0 y si el efecto de estos factores en la producción de calzado es distinto antes y después del Covid-19 también si estos efectos son diferentes o no en las empresas que exportan calzado y las que no lo hacen. Para ello, en primer lugar, a partir de la información proporcionada por la base de datos SABI, identificamos los 3 factores que más influyen en la producción de las empresas grandes españolas de calzado (con un ingreso > 4000 mil de euros) en 2018 y 2020. Se estima el efecto de estos tres factores en la producción de calzado, a través de la estimación de una función de producción Cobb-Douglas para cada uno de estos dos años, con objeto de analizar si ha habido algún cambio en dicha función de producción antes y después de la epidemia de la Covid en el año 2020. Por último, se analiza también si esta función de producción para la industria del calzado es distinta o no entre las empresas exportadoras de calzado y las que no lo son.

En el apartado 2 se revisan los trabajos existentes sobre la industria 4.0 y el sector calzado. En el apartado 3 se presenta el marco teórico y la metodología econométrica utilizada. El apartado 4 se ocupa del análisis empírico y análisis de los resultados obtenidos. Por último, se presentan las conclusiones principales.

2. REVISIÓN LITERATURA

La llamada revolución industrial se refiere a una revolución en la producción y la tecnología que reemplaza el trabajo humano con máquinas, y reemplaza la producción manual individual con producción industrial a gran escala. Hasta el final de siglo XX, se pueden considerar tres revoluciones industriales, respectivamente la mecanización en la primera revolución industrial del siglo XVIII, la electrificación en la segunda revolución industrial del siglo XIX, la informatización en la tercera revolución industrial del siglo XX y hasta hoy estamos en la cuarta revolución industrial, la fase “inteligente”.

La industria 4.0 conocida como la cuarta revolución industrial, es un proceso de desarrollo tecnológico e industrial que seguirá transformando la industria manufacturera a través de las tecnologías de la información, como el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial, la computación en la nube, el análisis de datos, robots autónomos, etc., por eso

también se denomina la “digitalización industrial”. (Yang, 2021)

Las principales características de la Industria 4.0 es su capacidad para adaptarse a las necesidades de la producción y la mejora de la eficiencia de los recursos, lo que puede aumentar la productividad con mayor calidad y menores costos, y cambiar la asignación de los recursos humanos necesarios para las nuevas fábricas. Esto tiene un gran impacto en la economía y el medio ambiente actuales, pero también se enfrenta con muchos desafíos.

2.1. Efectos del desarrollo de la Industria 4.0 en el mundo y en España

Sobre el efecto derivado de la Industria 4.0 existen opiniones diversas, Canals (2016) considera que el mercado de trabajo será el área más afectada, y muchas personas se verán afectadas por el nuevo método de producción, que tendrán un efecto de “sustitución”, es decir, las máquinas sustituyan a los humanos. Serán los sectores más centrados en la artesanía los que se espera que pierdan más puestos de trabajo o bajaran sus sueldos a corto plazo debido a la automatización. Pero también se espera un efecto complementario, que resulta de una mayor productividad con los nuevos desarrollos, que pueden producir algunos nuevos puestos de trabajo. Por ejemplo, las pérdidas de empleo en toda la cadena de fabricación se compensan con la creación de puestos de trabajo en investigación y tecnología de la información. El Foro Económico Mundial (2016) (Blanco, 2017) también señala que si no se hace nada habrá riesgo de que aumente el desempleo, con una pérdida neta estimada de 5 millones de puestos de trabajo (7 millones perdidos y 2 millones creados). Se estima que el 43% de los puestos de trabajo que existen actualmente en España tienen un riesgo alto de ser automatizados a medio plazo (con una probabilidad superior al 66%), la producción mecanizada conducirá a una disminución de la producción artesanal.

Sin embargo, el estudio del Fraunhofer y el Innovation Institute Research (2015) concluye que el uso de robots industriales no tiene un impacto directo, sino que probablemente impulsará el crecimiento del empleo debido al aumento de la productividad de la producción automatizada. Si bien una gran cantidad de puestos de trabajo corren el riesgo de automatización, el potencial de automatización no debe confundirse con la

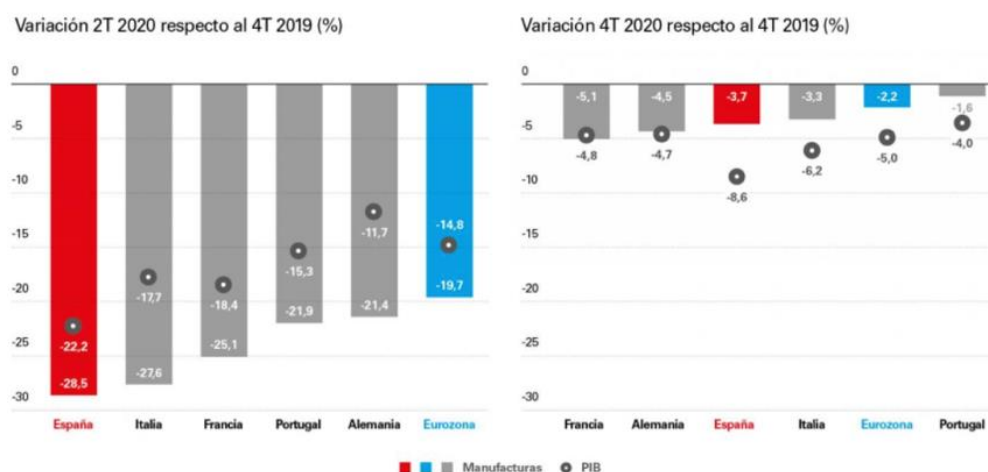
desaparición de puestos de trabajo, la tecnología no destruye la posibilidad de trabajo.

Rafael Doménech, responsable de Análisis Macroeconómico de BBVA Research, explica que la digitalización mejora la oferta de productos y áreas de negocio, impulsa la demanda al facilitar el cambio de consumidores, mejora la competitividad y permite a las empresas expandirse a nuevos mercados y exportaciones.

2.2. La industria manufacturera en España durante la pandemia

Atendiendo al Gráfico 2 obtenido del CaixaBank Research se observa que el PIB cayó con fuerza en el segundo trimestre de 2020, mientras que en mayo España experimentó una fuerte recuperación de la actividad económica gracias al levantamiento de las restricciones a la economía, lo que llevó a un crecimiento del 17,1% en el tercer trimestre. En comparación con el cuarto trimestre de 2019, el VAB se desplomó un 28,5% en el segundo trimestre de 2020. En concreto, la participación de la industria en el conjunto de la economía se redujo en el segundo trimestre de 2020, con una participación del 10,4% del PIB, la cuota más baja desde que comenzó en 1995, frente al 11,2% de 2019. (Caixabank Research, 2021)

Gráfico 1: PIB y VAB del sector manufacturero



Fuente: CaixaBank Research

Podemos concluir que ha habido un impacto negativo importante en el mercado laboral, ya que la pandemia ha provocado el cierre temporal de un gran número de sectores manufactureros y de muchas empresas. Aunque la industria manufacturera no fue el sector más afectado por la pandemia, el calzado fue el más afectado de este sector por la crisis, y apenas se ha recuperado, aunque su participación fue pequeña en el conjunto del

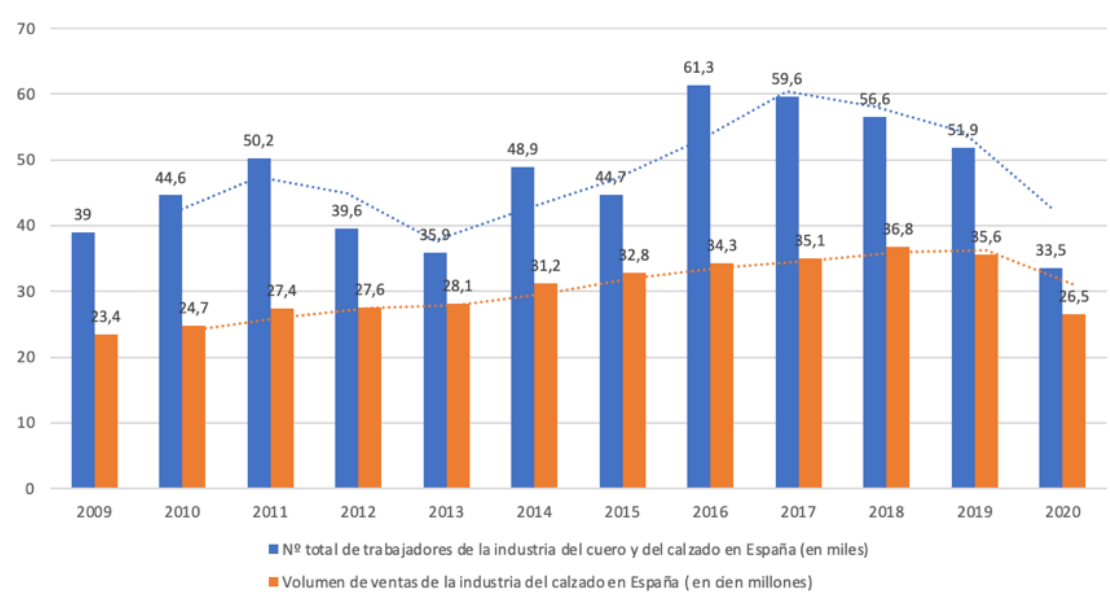
sector.

2.3. Sector calzado en España

Desde los inicios de la industria europea del calzado, Italia ha sido uno de los países pioneros en la exportación de calzado, representando el 19% del total de las ventas de la UE. En los últimos años España ha sido capaz de competir en este sector con un importante incremento del 2.6% tanto en la producción como en las ventas de pares de zapatos. El principal mercado de exportación del calzado español es la UE, es el segundo productor y exportador de calzado de la UE y es líder mundial en calzado de diseño y de alta calidad. Representa alrededor del 24.5% de la producción de calzado total de toda Europa, lo que significa que casi uno de cada cuatro zapatos producidos en Europa es un zapato español, las principales fábricas se encuentran localizadas en la Comunidad Valenciana (en 2002 se localizan el 68% del total de las empresas del sector, casi el 50% de las exportaciones nacionales) ([Esparza et al., 2005](#)).

El fenómeno de la globalización ha ampliado el entorno de todas las industrias, como la mayoría de las industrias manufactureras, ha influido y cambiado su respuesta al proceso de globalización. Según la Asociación Española de Seguro de Crédito a la Exportación, la industria española del calzado tiene una balanza comercial negativa ([CESCE 2018](#)), pero en el 2018 sus exportaciones aumentaron un 1,2% respecto al año anterior, debido en gran parte al valor añadido por la calidad de los materiales, al tiempo que las empresas de calzado han trasladado a España la “Fábrica 4.0”, introduciendo la integración de la tecnología en el proceso productivo que le ha permite reducir costes al aumentar la productividad, lo que permite competir con los países asiáticos en términos de costes. Regidor (2014) sugiere que como China tenía un coste laboral mucho más bajo, presenta una excelente oportunidad para expandir las exportaciones de España, especialmente en el mercado laboral, lo que ha dado a España una importante ventaja de costes. Pero al mismo tiempo, esto también conllevará mejoras en términos de materias primas, innovación, diseño, etc. Hoy en día, aunque la tecnología digital no es tan completa, pero con la rápida evolución tecnológica, la automatización supondría un reto para la mano de obra y el empleo, y una amenaza para el sector del calzado y las industrias auxiliares.

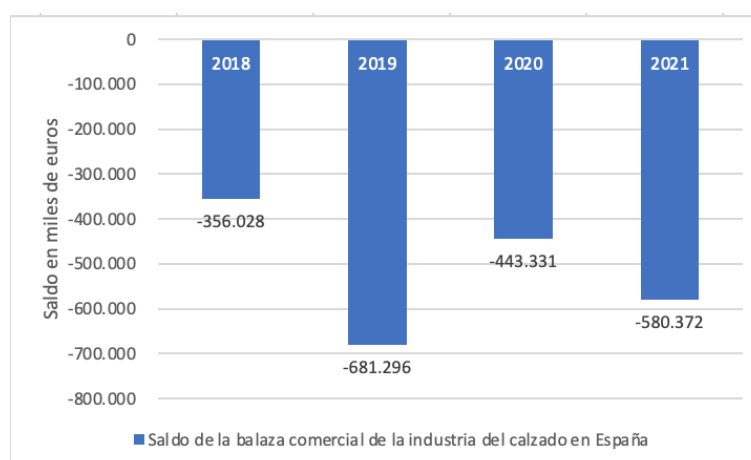
Gráfico 2: Evolución del empleo (en miles) y volumen de ventas (en cientos millones) de la industria del calzado en España durante 2009-2020



Fuente: Statista, elaboración propia

Según el gráfico 3, la variación del número total de trabajadores de la industria del cuero y el calzado en España entre 2009 y 2020 es muy volátil. La reducción de trabajadores sufrida desde 2016 no parece haber tenido un impacto significativo en el volumen de ventas, excepto durante el periodo de Covid, 2019-20, donde las caídas de empleo, vienen también acompañadas de una disminución de las ventas, esto se explicará con más detalle más adelante.

Gráfico 3: Saldo de la balanza comercial de la industria del calzado en España entre 2018 y 2021

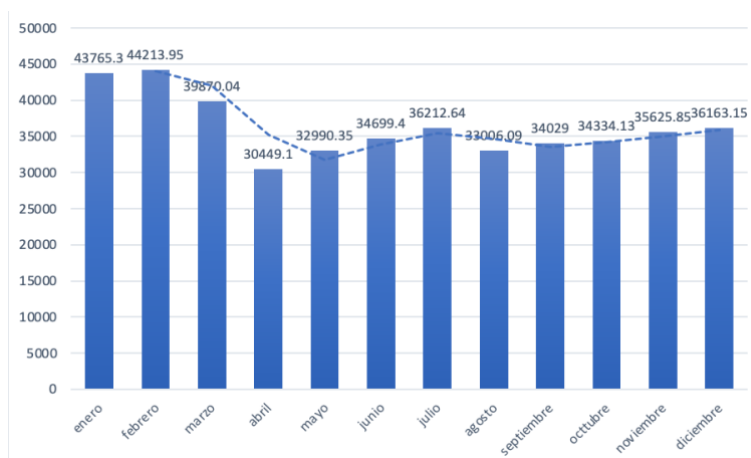


Fuente: Statista, elaboración propia

En los últimos años, según el gráfico 4 la industria del calzado ha ido perdiendo fuerza

en el mercado español, y la difícil situación económica derivada de la pandemia del COVID-19 no ha hecho sino agravar el problema, las sucesivas olas de la pandemia de la COVID-19 están lastrando la recuperación de las ventas del calzado español en los mercados internacionales. El saldo de la balanza comercial de la industria del calzado es muy negativo, es decir que el volumen de exportación fue menor que las importaciones, lo que provocó un déficit comercial. Y también afectó el número total de empleados efectivamente.

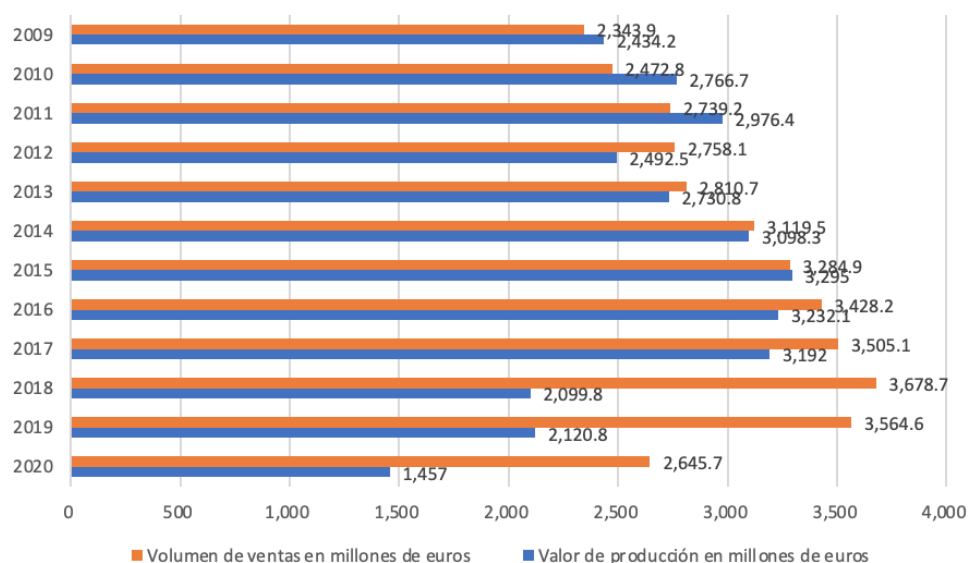
Gráfico 4: Evolución del empleo en el sector del calzado durante el año 2020



Fuente: Ministerio de Trabajo, elaboración propia

Según el Gráfico 5, en el inicio del año 2020, el empleo en el sector del cuero y el calzado evolucionó bastante bien, hasta alcanzar los 44.231 trabajadores en febrero. Pero debido a la reducción de la actividad por el impacto de la epidemia en 2020, la industria del calzado perdió 7.291 trabajadores a lo largo de 2020, hasta los 36.163, un descenso del 16,8%, y aunque a pesar del impacto de los ERTES para reducir las cotizaciones a la seguridad social de las empresas a los empleados y proteger a los trabajadores de posibles despido durante la pandemia del Covid ([Revista del calzado 2022](#)), la caída interanual siguió superando el 10%, habiéndose destruido 12.246 trabajadores sólo desde el inicio de la pandemia. Aunque se observa un lento aumento del empleo a finales de año.

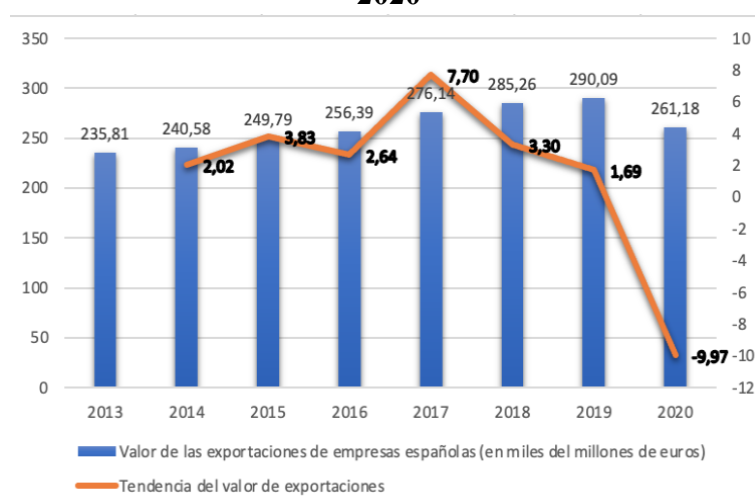
Gráfico 5: Comparación entre el Volumen de Ventas y Valor de Producción de la industria del calzado en España de 2009 a 2020 (en millones de euros)



Fuente: Statista, elaboración propia

Según los datos de Statista, las ventas en la industria española del calzado fueron positivas desde 2009 hasta que comenzaron a descender en 2019, perdiendo un tercio de sus ventas en 2020 respecto al año anterior. Además, desde el año 2016, la producción ha mostrado una tendencia de desaceleración, en particular, se produjo un descenso truncado en el año 2018 y 2020, con una situación en la que la demanda supera a la oferta, y en relación con el gráfico 3, es posible que la caída de la producción se deba a un descenso del número de trabajadores entre 2016 hasta 2020, al mismo tiempo, podemos ver que la evolución de la producción es muy similar a la del número de trabajadores, hay una tendencia ondulada. Respecto al año 2017, el valor de producción de la industria cayó un 34,22% en 2018, luego se recuperó un poco en 2019 con una tasa de crecimiento 1% por el aumentó un 12,4% del IPI del sector del calzado en diciembre de 2019 (revista del calzado, 8 febrero, 2021), pero todavía lejos de compensar el impacto traído por 2018 y en 2020 hay una diferencia mucho mayor en términos interanuales, debido a la pandemia se desplomó un 31,3% respecto al año anterior, este sector ha estado perdiendo dinero.

Gráfico 6: Valor y variación de las exportaciones españolas de calzado entre 2013 y 2020



Fuente: Statista, elaboración propia

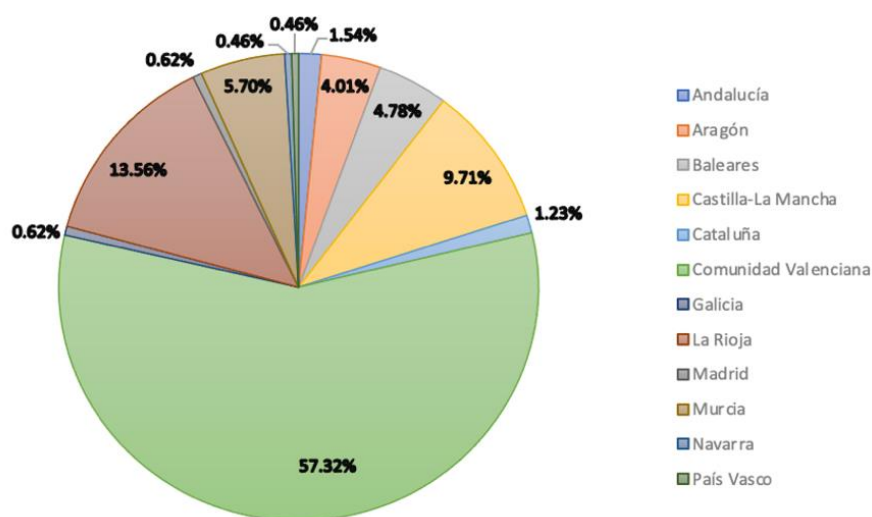
El calzado siempre ha sido una de las categorías más golpeadas de los productos manufactureros en los mercados exteriores. Las exportaciones mundiales de calzado retroceden un 31,1% durante la primera mitad de 2020, y según los datos de Statista, desde 2013 hasta 2019 la industria española del calzado ha crecido en términos de exportación, pero a partir de 2017, el crecimiento ha sido a menor tasa, y especialmente en 2020, el valor de las exportaciones cayó un 9,97% respecto al año anterior. La exportación de zapatos hechos de cuero han sido los más afectados por la pandemia. Aunque todos los tipos de materiales para calzado han disminuido alrededor de un 30%, la exportación de zapatos de cuero ha caído de manera particularmente significativa, un 32,7% en comparación con el primer semestre del año 2019.

2.4. Análisis descriptivo

En este apartado los datos utilizados han sido obtenidos de SABI (último año disponible de 2020), donde hemos identificado un total de 1.502 empresas de calzado españolas, de las cuales exportan sólo 147 empresas. A continuación, depuramos los datos eliminando del estudio aquellas empresas con valores cero o negativos sobre ingresos de explotación, materiales, gastos de personal y donaciones para amortización inmovilizada; las que están en liquidación y están ya extinguidas y, nos quedan 649 de las cuales 94 son exportadoras, es decir, un 14,48% del total de las empresas de calzado tienen actividades de exportación. Hemos seleccionado cuatro variables en 2018 y 2020 que se utilizarán para analizar los

principales factores en la producción de calzado, la primera son los ingresos de explotación, son los ingresos procedentes de la comercialización de productos relacionados con las principales actividades de la empresa, como proxi de la producción de las mismas, la segunda son es el gasto de los materiales consumidos por las empresas de calzado en el proceso de producción, la tercera es el gasto de personal y son todas las partidas de gastos relacionadas con los empleados de la empresa, como los salarios y la seguridad social y la última la dotación para amortización de inmovilizado que es el valor de depreciación del capital fijo para actividades productivas realizadas durante el período de referencia.

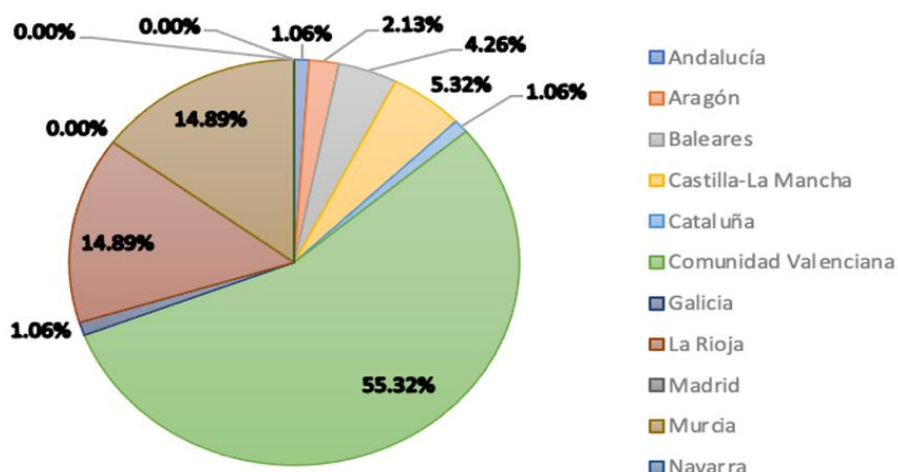
Figura 1: Distribución de las empresas de calzado entre las comunidades autónomas en 2018 y 2020



Fuente: SABI, elaboración propia

La mayoría de las empresas españolas de calzado son pequeñas y hay muy pocas empresas grandes. Por Comunidades Autónomas, el 57,32% de las empresas de calzado tienen su origen en la Comunidad Valenciana, zona de alta concentración industrial. En segundo lugar, se halla La Rioja, con un 13,56%, seguida de Castilla-La Mancha con un 9,71% y de Murcia 5,70% y, en menor proporción Madrid (0,62%), Galicia (0,62%), Navarra (0,46%) y País Vasco (0,46%).

Figura 2: Distribución de las empresas exportadoras de calzado entre las comunidades autónomas en 2018 y 2020



Fuente: SABI, elaboración propia

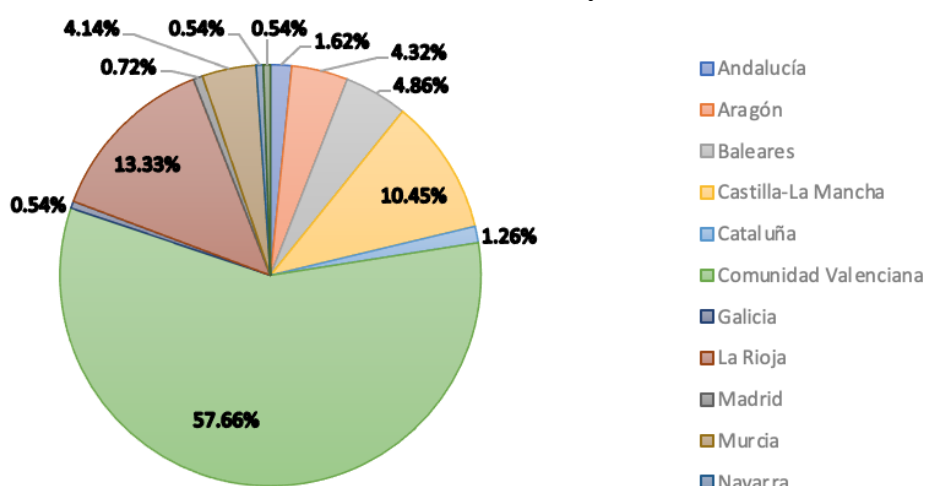
Según esta figura, la mayor proporción de empresas de calzado con actividades de exportación se encuentra también en la Comunidad Valenciana con un 55,32% (52 empresas en Comunidad Valenciana y 94 en España, con los datos depurados), y seguida de Murcia (14,89%) y La Rioja (14,89%). Las empresas de calzado en Madrid, Navarra y País Vasco no tienen actividad exportadora.

Las exportaciones de España se dirigen principalmente a los países de la UE, de los cuales Francia, Alemania e Italia son los principales destinos, siendo la Comunidad Valenciana, donde surgió la industria del calzado a principios del siglo XIX, la principal zona de producción y exportación de calzado en España, y su principal centro de actividad es la provincia de Alicante. Por ejemplo, el 90% de las exportaciones españolas de calzado a Estados Unidos proceden de Alicante, que representa el 8% de las importaciones estadounidenses.

En la siguiente figura se puede observar la distribución de las empresas de calzado españolas no exportadoras en el mismo periodo, también la Comunidad Valenciana con una mayor participación (57,66%).

Figura 3: Distribución de las empresas de calzado no exportadoras entre las

comunidades autónomas en 2018 y 2020



Fuente: SABI, elaboración propia

A continuación, veremos específicamente el porcentaje de cada componente de inputs (gasto de materiales, gastos de personal, dotaciones para amortización de inmovilizado) y el output (ingresos de explotación) de estas empresas valencianas en todas las empresas de calzado en España.

Tabla 1: Participación de cada variable en las empresas de calzado con actividad exportadora de la Comunidad Valenciana sobre todas empresas de calzado con exportación y sobre España (con/sin exportación) en 2018

	Ingresos de explotación mil EUR 2018	Materiales mil EUR 2018	Gastos de personal mil EUR 2018	Dotaciones para amortiz. de inmovil. mil EUR 2018
Las empresas españolas calzadas CON exportación en Comunidad Valenciana	145243.41	95885.90	22097.80	1667.09
Todas empresas españolas calzadas CON Exportación en España	475020.90	297565.10	71085.03	5987.89
% empresas calzadas CON Exportación en Comunidad Valenciana respecto a todas empresas españolas de calzada CON exportación en España	30.58%	32.22%	31.09%	27.84%
Todas empresas españolas calzadas en España (con/sin exportación)	1704484.11	1049597.25	316381.77	25208.18
% todas empresas españolas calzadas CON Exportación respecto a toda la España (con/sin exportación)	8.52%	9.14%	6.98%	6.61%

Fuente: SABI, elaboración propia

En primer lugar, según la tabla 1, podemos ver que el ingreso de explotación total de las empresas valencianas exportadoras en 2018 con 145.243,41 miles de euros, representó un 30,58% del ingreso de explotación total de todas las empresas exportadoras de calzado españolas, y representó un 8,52% del ingreso total del mismo sector de España (tanto de

las empresas exportadoras como de las no exportadoras), mientras que los inputs también ocupan un nivel similar, por ejemplo, los gastos de materiales total de las empresas valencianas exportadoras en 2018 representó un 32,22% del gasto de materiales total de todas las empresas exportadoras de calzado españolas, cuando este porcentaje a nivel de España es del 9,14%.

Tabla 2: Participación de cada variable en las empresas de calzado sin actividad exportadora de la Comunidad Valenciana sobre todas empresas de calzado sin exportación y sobre España (con/sin exportación) en 2018

	Ingresos de explotación mil EUR 2018	Materiales mil EUR 2018	Gastos de personal mil EUR 2018	Dotaciones para amortiz. de inmovil. mil EUR 2018
Las empresas españolas calzadas SIN exportación en Comunidad Valenciana	683421.18	442537.14	130464.88	7273.56
Todas empresas españolas calzadas SIN Exportación en España	1396594.43	858335.93	267466.71	20950.79
% empresas calzadas SIN Exportación en Comunidad Valenciana respecto a todas empresas españolas de calzada SIN exportación en España	48.93%	51.56%	48.78%	34.72%
Todas empresas españolas calzadas en España (con/sin exportación)	1704484.11	1049597.25	316381.77	25208.18
% todas empresas españolas calzadas SIN Exportación respecto a toda la España (con/sin exportación)	40.10%	42.16%	41.24%	28.85%

Fuente: SABI, elaboración propia

En esta tabla 2, se observa que en 2018 las empresas valencianas sin exportadora tuvieron un ingreso de explotación 683.421.18 miles de euros, que representó el 42,16% del ingreso de explotación total de todas las empresas sin exportadoras de calzado españolas. En comparación con la tabla 1, a nivel de España (tanto de las empresas exportadoras como de las no exportadoras), los ingresos de explotación de las empresas valencianas sin exportadoras representaron una parte mayor que los de las empresas valencianas con exportadoras, con un 40.1%. Es posible que esto se deba a que en la Comunidad Valenciana hay más empresas sin actividad exportadora que con actividad exportadora. Y por la parte de los inputs, también ocupan un nivel similar. El gasto de los materiales sigue siendo una proporción mayor entre los tres factores de producción.

Tabla 3: Participación de cada variable en las empresas de calzado con actividad exportadora de la Comunidad Valenciana sobre todas empresas de calzado con exportación y sobre España (con/sin exportación) en 2020

	Ingresos de explotación mil EUR 2020	Materiales mil EUR 2020	Gastos de personal mil EUR 2020	Dotaciones para amortiz. de inmovil. mil EUR 2020
Las empresas españolas calzadas CON exportación en Comunidad Valenciana	113435.03	70589.05	20202.87	2035.59
Todas empresas españolas calzadas CON Exportación en España	246456.73	145456.29	43700.97	4707.84
% empresas calzadas CON Exportación en Comunidad Valenciana respecto a todas empresas españolas de calzada CON exportación en España	46.03%	48.53%	46.23%	43.24%
Todas empresas españolas calzadas en España (con/sin exportación)	1279224.53	758683.30	267891.71	26698.68
% todas empresas españolas calzadas CON Exportación respecto a toda la España (con/sin exportación)	8.87%	9.30%	7.54%	7.62%

Fuente: SABI, elaboración propia

En el caso 2020, el ingreso de explotación total de las empresas valencianas exportadoras fue 113.435,03 miles de euros, que representó un 48,03% del ingreso de explotación total de todas las empresas exportadoras de calzado españolas, y representó un 8,87% del ingreso total del mismo sector de España (tanto de las empresas exportadoras como de las no exportadoras) en 2020. Además, los gastos de materiales participaron una mayor proporción entre los tres factores en 2020. En comparación con el caso 2018, el ingreso de explotación total ha descendido, aunque con una proporción mayor. La cantidad total de otros tres factores de producción también disminuyó.

Tabla 4: Participación de cada variable en las empresas de calzado sin actividad exportadora de la Comunidad Valenciana sobre todas empresas de calzado sin exportación y sobre España (con/sin exportación) en 2020

	Ingresos de explotación mil EUR 2020	Materiales mil EUR 2020	Gastos de personal mil EUR 2020	Dotaciones para amortiz. de inmovil. mil EUR 2020
Las empresas españolas calzadas SIN exportación en Comunidad Valenciana	512711.65	318891.07	106663.30	7896.35
Todas empresas españolas calzadas SIN Exportación en España	1032767.80	613227.01	224190.74	21990.85
% empresas calzadas SIN Exportación en Comunidad Valenciana respecto a todas empresas españolas de calzada SIN exportación en España	49.64%	52.00%	47.58%	35.91%
Todas empresas españolas calzadas en España (con/sin exportación)	1279224.533	758683.2981	267891.7106	26698.68096
% todas empresas españolas calzadas SIN Exportación respecto a toda la España (con/sin exportación)	40.08%	42.03%	39.82%	29.58%

Fuente: SABI, elaboración propia

En el periodo de la pandemia, podemos ver que, con respecto al 2018, los ingresos de

explotación decrecieron en España, excepto la Comunidad Valenciana, que sigue representando el 40% de los ingresos de España. Esto demuestra que la producción de calzado en la Comunidad Valenciana tiene un impacto significativo en el conjunto de España. Además, durante el año 2018 y 2020, casi todos los ingresos de las empresas de calzado en España procedieron de empresas sin actividades de exportación, con un 81,94% en 2018 y 80,7% en 2020 sobre el total de las empresas de calzado españolas.

En la siguiente tabla se encuentran las 10 principales empresas con mayores ingresos de explotación en la Comunidad Valenciana, la empresa ANALCO AUXILIAR CALZADO S.A. con un mayor ingreso de explotación que los demás en 2018 e INDUSTRIAL ZAPATERA S.A. mayor en 2020.

Tabla 5: Las 10 principales empresas de calzado con mayores ingresos de explotación en la Comunidad Valenciana en 2018 y 2020

Nombre	Ingresos de explotación mil EUR 2018	Nombre	Ingresos de explotación mil EUR 2020
ANTONIO MORON DE BLAS SL	42308.7669	INDUSTRIAL ZAPATERA SA	26094.31
CALZADOS PABLO SL	40611.0396	PIES CUADRADOS LEATHER SL	21400.02
BLANCO ALDOMAR SL	39905.5401	ANALCO AUXILIAR CALZADO SA	20172.17
CALZADOS DANUBIO SLU	30667.7407	CALZADOS DANUBIO SLU	19697.94
CALZADOS HERGAR SA	29715.9707	DIVISION ANATOMICOS SL	13733.43
ARNEPLANT SL	29230.24	SUSY SHOES SL	12611.52
INDUSTRIAL ZAPATERA SA	28972.659	NAVIMA CALZADOS SL	12238.56
ANALCO AUXILIAR CALZADO SA	28171.7583	PLASTINHER URBAN SL	11739.93
JAIME MASCARO SA	28048.5766	GENUINS FACTORY SL.	10841.04
CALZADOS PITILLOS SA	26461.6631	INDUSTRIAS PLASTICAS IGOR SL	9192.26

Fuente: SABI, elaboración propia

Según la tabla 5, las empresas con mayores ingresos son diferentes en 2018 y 2020, y se observa que las empresas de calzado con mayores ingresos en la comunidad valenciana tendrán muchos más ingresos en 2018 que en 2020. Es posible que esto sea el resultado de las medidas restrictivas llevadas a cabo para controlar la pandemia.

Por supuesto, nuestro siguiente objetivo es analizar en un entorno de Industria 4.0, cómo afectan los distintos factores a la producción de calzado en las grandes empresas de calzado en España en el año 2018, y comparar los resultados con los del 2020 con objeto de medir si la pandemia ha influido en la función de producción. También analizaremos la diferencia en la función de producción de calzado, entre las empresas que exportan y las que no lo hacen.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Tipo de datos

Un modelo econométrico consta de uno o más ecuaciones donde las variables endógenas dependen de una o más variables explicativas, en nuestro caso la variable endógena sería el ingreso, y las explicativas son capital, materias y trabajo. Según las características del tipo de datos, para nuestros análisis sería:

Datos de Corte Transversal

Los datos de corte transversal o sección cruzada incluyen muestras como personas, empresas, países, etc., tomadas en un punto específico uniforme en el tiempo. Es decir, incluyendo datos sobre una o más variables recogidos en el mismo momento del tiempo. Como nuestro principal objetivo es analizar qué factores afectan a la producción de las empresas de calzado españolas en 2018 y 2020, con estos dos periodos se pretende analizar si ha habido algún cambio con la pandemia, por eso hemos optado por un modelo de datos con corte transversal.

3.2. Métodos de medición de la producción.

Para comprender el funcionamiento de los sistemas de producción y expresar sus relaciones causales, se han especificado distintos modelos de producción. Así, una función de producción del tipo $Y = f(L, K)$, indica que la producción Y de una empresa es función del factor trabajo (L) y del factor capital (K). También podemos introducir un T como cantidad de factor tierra utilizados: $Y = f(L, K, T)$, además, $Y = f(L, K, T, A)$, donde A indica la tecnología o capacidad empresarial. Estos factores de producción son todos importantes, es decir, sin materias primas (tierra), no se puede fabricar ningún producto. Sin el trabajo (mano de obra), estos materiales no pueden ser extraídos, refinados y transformados. Además, estas personas no pueden trabajar sin herramientas y equipos (capital) ([Economía 3](#), [Pedro Ramírez](#)).

La función de producción que vamos a utilizar en este trabajo es la función de producción Cobb-Douglas. La función de producción Cobb-Douglas fue introducida en 1928 por C. W. Douglas y P. H. H. Douglas en un análisis empírico de la productividad del trabajo y de capital en los Estados Unidos, y ha sido una función de uso común en economía.

3.3. Estimación MCO.

En nuestro caso, partimos de la función de producción de Cobb-Douglas, como hemos indicado:

$$Y_i = f(K, L, MP) = K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} MP_i^{\beta_3} e^{u_i}$$

Donde Y representa los ingresos de explotación de las empresas (aproximación de la variable producción), L representa los gastos de personal (aproximación del factor trabajo), K las dotaciones para amortización de inmovilizado (aproximación de la variable capital) y, por último, MP representa los gastos de materias primas. Y los β son los parámetros que representa el peso de los factores en la distribución del ingreso de explotación de las empresas. Todas las variables están expresadas en miles de euros.

Como el modelo es no lineal, pero linealizabile, lo linealizamos aplicando logaritmos neperianos:

Así que el modelo cambiará a:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + u_i,$$

El método de estimación que es el de mínimos cuadrados ordinarios, MCO, que proporciona estimaciones ELIO y consistentes siempre que se cumplan los supuestos básicos, es decir, que los regresores sean exógenos y no tengan multicolinealidad importante, la forma funcional sea la adecuada y los errores sean homocedásticos no presenten autocorrelación y sigan una distribución normal.

4. ANÁLISIS EMPÍRICO

En este apartado utilizamos la base de datos SABI y el programa Gretl para analizar el impacto de los tres principales factores productivos (capital, trabajo y material) en la producción de las grandes empresas españolas de calzado en 2018 y 2020, y estudiar si este impacto es distinto en las empresas que dedican parte de su producción a la exportación.

4.1. Planteamiento de modelos alternativos

Cabe señalar que, dado que SABI no incluye datos sobre las unidades físicas de los inputs y los outputs, por eso, el estudio de la producción industrial utiliza el valor monetario de

la producción y el uso de los factores productivos como aproximación. La función de producción que planteamos es la función de producción de Cobb-Douglas:

$$Y_i = f(K, L, MP) = K_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} MP_i^{\beta_3} e^{u_i}$$

A continuación, vamos a ver las distribuciones de frecuencia para la variable producción.

Tabla 6: Distribución de frecuencia para la variable producción 2018

Distribución de frecuencias para Y, observaciones 1-649
número de cajas = 25, Media = 2626.32, Desv.típ.=4838.34

intervalo	punto medio	frecuencia	rel	acum.	
< 1761.0	880.48	417	64.25%	64.25%	*****
1761.0 - 3521.9	2641.4	108	16.64%	80.89%	*****
3521.9 - 5282.9	4402.4	55	8.47%	89.37%	***
5282.9 - 7043.9	6163.4	22	3.39%	92.76%	*
7043.9 - 8804.8	7924.3	8	1.23%	93.99%	
8804.8 - 10566.	9685.3	9	1.39%	95.38%	
10566. - 12327.	11446.	3	0.46%	95.84%	
12327. - 14088.	13207.	8	1.23%	97.07%	
14088. - 15849.	14968.	4	0.62%	97.69%	
15849. - 17610.	16729.	1	0.15%	97.84%	
17610. - 19371.	18490.	2	0.31%	98.15%	
19371. - 21132.	20251.	1	0.15%	98.31%	
21132. - 22893.	22012.	0	0.00%	98.31%	
22893. - 24654.	23773.	1	0.15%	98.46%	
24654. - 26414.	25534.	0	0.00%	98.46%	
26414. - 28175.	27295.	3	0.46%	98.92%	
28175. - 29936.	29056.	3	0.46%	99.38%	
29936. - 31697.	30817.	1	0.15%	99.54%	
31697. - 33458.	32578.	0	0.00%	99.54%	
33458. - 35219.	34339.	0	0.00%	99.54%	
35219. - 36980.	36100.	0	0.00%	99.54%	
36980. - 38741.	37861.	0	0.00%	99.54%	
38741. - 40502.	39622.	1	0.15%	99.69%	
40502. - 42263.	41383.	1	0.15%	99.85%	
>= 42263.	43144.	1	0.15%	100.00%	

Fuente: Gretl, elaboración propia

Los ingresos de explotación de las 649 empresas de calzado utilizadas en este trabajo se han distribuido en 25 intervalos. Las principales conclusiones que podemos sacar son: los puntos son los valores medios de las empresas que están en el intervalo, por ejemplo, el primer punto será el valor medio de producción de las 417 empresas que están en el primer intervalo. La cola derecha de la distribución es más larga. El 64,25% de las empresas tienen un ingreso de explotación menos que 1.761 miles de euros en el año 2018 y 16,64% de las empresas tiene un ingreso entre 1.761 y 3.521,9 miles de euros en el mismo año. Si asumimos que la muestra de empresas con una facturación superior a 4.000 miles de euros son empresas grandes, entonces podemos ver que más del 80% de las empresas españolas de calzado en 2018 eran pequeñas y, la diferencia entre las empresas grandes y pequeñas es muy significativa.

Tabla 7: Distribución de frecuencia para la variable producción 2020

Distribución de frecuencias para Y, observaciones 1-649
número de cajas = 25, Media = 1971.07, Desv.típ.=3812.49

intervalo	punto medio	frecuencia	rel	acum.
< 1630.1	815.03	446	68.72%	68.72% *****
1630.1 - 3260.1	2445.1	114	17.57%	86.29% *****
3260.1 - 4890.2	4075.2	36	5.55%	91.83% *
4890.2 - 6520.3	5705.2	17	2.62%	94.45%
6520.3 - 8150.3	7335.3	6	0.92%	95.38%
8150.3 - 9780.4	8965.4	6	0.92%	96.30%
9780.4 - 11410.	10595.	5	0.77%	97.07%
11410. - 13041.	12225.	3	0.46%	97.53%
13041. - 14671.	13856.	3	0.46%	98.00%
14671. - 16301.	15486.	3	0.46%	98.46%
16301. - 17931.	17116.	0	0.00%	98.46%
17931. - 19561.	18746.	1	0.15%	98.61%
19561. - 21191.	20376.	3	0.46%	99.08%
21191. - 22821.	22006.	2	0.31%	99.38%
22821. - 24451.	23636.	0	0.00%	99.38%
24451. - 26081.	25266.	0	0.00%	99.38%
26081. - 27711.	26896.	1	0.15%	99.54%
27711. - 29341.	28526.	0	0.00%	99.54%
29341. - 30971.	30156.	0	0.00%	99.54%
30971. - 32601.	31786.	1	0.15%	99.69%
32601. - 34231.	33416.	1	0.15%	99.85%
34231. - 35861.	35046.	0	0.00%	99.85%
35861. - 37492.	36676.	0	0.00%	99.85%
37492. - 39122.	38307.	0	0.00%	99.85%
>= 39122.	39937.	1	0.15%	100.00%

Fuente: Gretl, elaboración propia

En el caso del 2020, podemos ver que el intervalo de facturación de la variable producción ha disminuido con respecto a 2018, lo que significa que el 2020 las empresas españolas de calzado han disminuido los ingresos de explotaciones, y si seguimos por defecto con una muestra de empresas grandes con una facturación superior a 4.000 miles de euros, podemos ver el impacto de la pandemia en el conjunto de la industria, con un aumento de la proporción de empresas más pequeñas con respecto a 2018.

4.2. Forma funcional

La transformación lineal de la función de producción de Cobb-Douglas (con rendimientos de escala constante) tiene la forma que hemos mencionado anteriormente:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + u_i,$$

que es lineal en los parámetros y puede estimarse por mínimos cuadrados ordinarios. Al tomar el logaritmo se reduce el tamaño del valor de la variable (se modera la diferencia entre empresas grandes y pequeñas), por lo que estimar la función Cobb-Douglas en forma logarítmica reduce el problema de la posible heteroscedasticidad, y la relación entre las variables independientes y la variable dependiente se establecen en términos de incrementos relativos. Otra aplicación importante del logaritmo natural es la obtención de un modelo de elasticidad constante (Wooldridge, 2009). Donde las β son las elasticidades de producción respecto al cada factor.

Tabla 8: Matriz de correlaciones de las variables para 2018

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 1 – 106
 Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.1909 para n = 106

$\ln Y$	$\ln K$	$\ln L$	$\ln MP$	
1.0000	0.5650	0.4648	0.9514	$\ln Y$
	1.0000	0.4890	0.4034	$\ln K$
		1.0000	0.2571	$\ln L$
			1.0000	$\ln MP$

Fuente: Gretl, elaboración propia

Al interpretar la matriz de correlación entre las variables nos muestra el grado de asociación lineal entre las variables que vamos a utilizar en la regresión. Si el coeficiente de correlación de un elemento concreto es elevado (aproximadamente ± 1), esto indicará que existe una relación lineal aproximada o exacta entre las explicativas en un modelo. Así que, la variable $\ln MP$ y $\ln K$ que tienen una relación lineal positiva fuerte con la variable $\ln Y$. Según la tabla 8, observamos que no hay problema de multicolinealidad entre las variables exógenas.

Tabla 9: Matriz de correlación de las variables para 2020

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 575 – 649
 Valor crítico al 5% (a dos colas) = 0.2272 para n = 75

$\ln Y$	$\ln K$	$\ln L$	$\ln MP$	
1.0000	0.6246	0.5706	0.9359	$\ln Y$
	1.0000	0.6212	0.4380	$\ln K$
		1.0000	0.3365	$\ln L$
			1.0000	$\ln MP$

Fuente: Gretl, elaboración propia

Para el año 2020, se aprecia una relación lineal positiva muy fuerte entre las variables $\ln MP$ y $\ln Y$ también (0,9359), y menos que las dos anteriores sería $\ln K$ (0,6246). Comparamos con la tabla 8, que la relación entre producción y capital es más alta en 2020 que en 2018 para la industria española del calzado, y que la relación entre el gasto de materias primas y el capital es menor que en 2018. Cabe destacar que en el caso de 2020, existe una fuerte relación lineal entre el trabajo-capital y trabajo-producción, que antes era débil.

4.3. Interpretación de las estimaciones de modelo

Hemos clasificado las 649 empresas en dos grupos dependiendo del nivel de ingresos de las mismas. Para analizar las diferencias en la función de producción entre empresas grandes y pequeñas. Consideraremos a las empresas españolas de calzado que tienen un ingreso mayor de 4000 millones de euros como empresas grandes, de las cuales

disponemos de información para 106 en el año 2018 y 75 en 2020. Lo cual indica que más de un 23% de las empresas de las empresas grandes han desaparecido entre 2018 y 2020, posiblemente debido a los efectos de la pandemia en 2020.

Tabla 10: Estimación para las empresas grandes en 2018

2018: MCO, usando las observaciones 544-649 (n = 106)				
Variable dependiente: $\ln Y$				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.798094	0.165748	4.815	5.12e-06 ***
$\ln K$	0.0559008	0.00887058	6.302	7.58e-09 ***
$\ln L$	0.134005	0.0148478	9.025	1.17e-14 ***
$\ln MP$	0.823162	0.0184669	44.58	1.07e-68 ***
Media de la vble. dep.	8.991183	D.T. de la vble. dep.	0.627320	
Suma de cuad. residuos	1.279282	D.T. de la regresión	0.111991	
R-cuadrado	0.969040	R-cuadrado corregido	0.968130	
F(3, 102)	1064.198	Valor p (de F)	8.58e-77	
Log-verosimilitud	83.70094	Criterio de Akaike	-159.4019	
Criterio de Schwarz	-148.7481	Crit. de Hannan-Quinn	-155.0839	

Fuente: Gretl, elaboración propia

Siendo la ecuación estimada:

$$\widehat{\ln Y}_i = 0,798094 + 0,0559008 \ln K_i + 0,134005 \ln L_i + 0,823162 \ln MP_i \quad (1)$$

$\widehat{\beta}_1$ significa que por cada 1% de incremento en el stock de capital %, la producción es incrementará en 0,0559% (elasticidad de la producción con respecto al capital) y lo que refleja el bajo impacto del capital en la producción; y la elasticidad de producción y trabajo con un coeficiente 0,134005, indicando que si los gastos de personal aumentará en un 1%, la producción de las grandes empresas de calzado española se incrementará en un 0,134% y por las materias primas con un coeficiente más grande que los otros dos, que indica cuando que por cada 1% de aumento en gasto de materias, la producción aumentará en 0,8231%. Se observa que el gasto en materias primas es la variable que más repercute en la producción de las grandes empresas de calzados españolas, seguida del gasto de personal. Como los zapatos de piel y cuero son los más populares en España, pero a medida que aumenta la demanda de calzado para usos especiales, los fabricantes de calzado están innovando, desarrollando materiales suaves y ligeros para adaptarse al pie para lograr una comodidad óptima. Esto ha provocado un aumento de los costes de producción, pero se compensa con unos precios más altos y aceptables para los consumidores, esta podría ser la razón de la alta elasticidad de la producción y las materias primas.

Según la estimación de la función de producción Cobb-Douglas de las empresas

españolas de calzado en 2018, para las empresas con mayores ingresos, se obtiene que el 96,90% de las variaciones en la producción total de las grandes empresas españolas de calzado se explican por las variaciones del capital, así como del gasto de personal y gasto de materiales, al mismo tiempo, esto supondrá un aumento de la mano de obra.

Antes de comentar si son significativas las variables, debemos de asegurar que el modelo cumple las hipótesis básicas (normalidad, homocedasticidad, autocorrelación, etc.), veremos en el siguiente apartado 4.4 que estos modelos satisfacen los supuestos básicos. El estadístico t-student de significatividad individual verifica que las variables independientes incluidas en el modelo son individualmente significativas para explicar a la producción. Asimismo, se contrasta la hipótesis conjunta: $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ para comprobar si todas las variables independientes incluidas en el modelo son significativas conjuntamente. Para ello, se compara el valor del estadístico F de Fisher, que es igual a 1064,2 y con un p-valor tan pequeño, lo que indica que estas tres variables tienen un impacto significativo o una relación directa sobre la producción de las grandes empresas de calzados españolas.

La suma de las elasticidades de los tres factores ($\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1,0130678$), esto ilustra la manifestación de la función de producción Cobb-Douglas, y al considerar las grandes empresas españolas de calzado para el año 2018, se observa que el resultado es mayor que 1 con rendimientos crecientes, es decir, al aumentar los factores productivos (capital, trabajo y materias primas) en una proporción la producción incrementaría en mayor proporción.

Tabla 11: Estimación para las empresas grandes en 2020

2020: MCO, usando las observaciones 575-649 (n = 75)				
Variable dependiente: $\ln Y$				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.917087	0.217075	4.225	6.99e-05 ***
$\ln K$	0.0698167	0.0156968	4.448	3.14e-05 ***
$\ln L$	0.144052	0.0203939	7.063	8.98e-10 ***
$\ln MP$	0.791285	0.0259473	30.50	1.57e-42 ***
Media de la vble. dep.	8.965792	D.T. de la vble. dep.	0.598127	
Suma de cuad. residuos	1.043242	D.T. de la regresión	0.121217	
R-cuadrado	0.960594	R-cuadrado corregido	0.958929	
F(3, 71)	576.9135	Valor p (de F)	9.25e-50	
Log-verosimilitud	53.89793	Criterio de Akaike	-99.79585	
Criterio de Schwarz	-90.52590	Crit. de Hannan-Quinn	-96.09446	

Fuente: Gretl, elaboración propia

En la situación de la pandemia del año 2020, según la tabla que observamos de gretl,

podemos ver que el número de empresas españolas de calzado con ingreso de explotación superior a los 4000 miles de euros se redujo en 31 respecto a 2018 (106 empresas grandes). Siendo la ecuación estimada:

$$\widehat{\ln Y_i} = 0,917087 + 0,0698167 \ln K_i + 0,144052 \ln L_i + 0,791285 \ln MP_i \quad (2)$$

Sus estimaciones indica que si aumentará en un 1% el stock de capital aumentará la producción en un 0,0698%, y la variable trabajo con un coeficiente 0,144052 que indica cuando aumentará 1% del gasto de personal, la producción aumentará 0,1441% y para las materias primas, cuando incrementará 1%, la producción se incrementará por 0,7913%. Con el resultado del 2020 respecto el 2018, el impacto del factor de capital y trabajo en producción es poco mayor que el 2018, y se obtiene 96,06% de las variaciones en la producción de las grandes empresas de calzado españolas procede del capital, gasto de personal y gasto de materias primas. Y en este modelo, también todas variables tienen significatividad individual y conjunta.

Asimismo, siendo la suma de las elasticidades de los tres factores más próximo a 1 que en el 2018, con un valor 1,0052, por lo que está más cerca de rendimientos constantes en 2020.

4.4. Chequeo de los modelos

Los estimadores MCO de los parámetros de estos modelos cumplirán las propiedades deseables de un buen estimador si se cumplen una serie de condiciones o bajo una serie de supuestos, algunos de ellos relacionados con la perturbación del modelo:

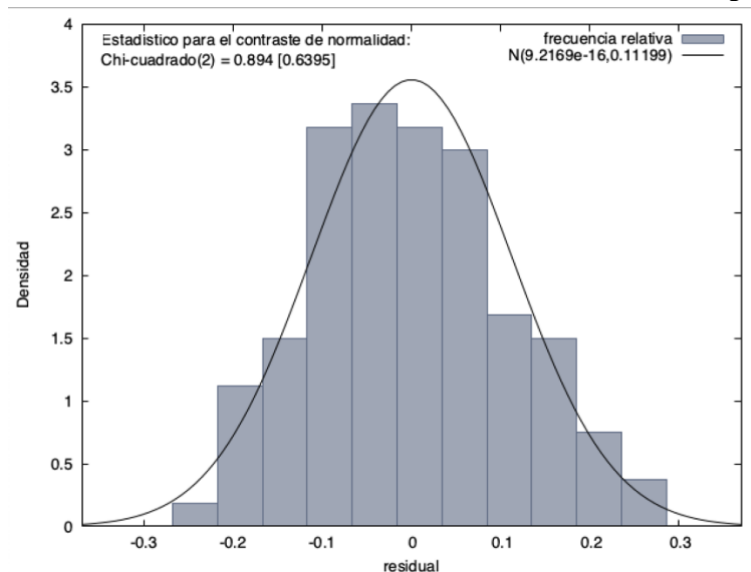
- El término error es completamente aleatorio y sigue una distribución normal, cuya esperanza es 0.
- Homocedasticidad: significa que la varianza de error es constante a lo largo de las observaciones del modelo.
- El término error entre los diferentes elementos del modelo no está correlacionado, la covarianza sería 0. Cuando esta hipótesis no se cumple, existe un problema de autocorrelación.

Y otras con la parte sistemática, como forma funcional correcta, exogeneidad y ausencia de multicolinealidad importante. A continuación, mostramos a algunos contrastes donde

se analiza si realmente se cumplen los supuestos indicados.

Contraste normalidad de los residuos

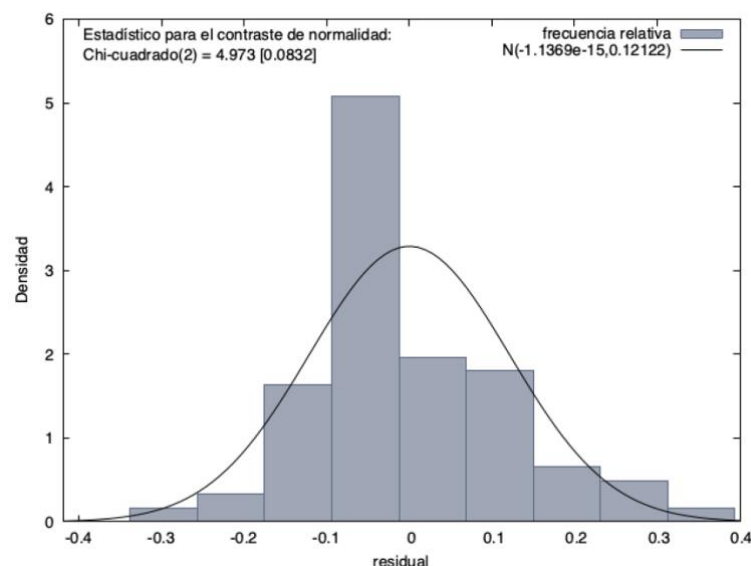
Gráfico 7: Contraste normalidad de los residuos del modelo para 2018



Fuente: Gretl, elaboración propia

Según el gráfico 8 donde se realiza el contraste de normalidad de los residuos, que cuya hipótesis nula es que la perturbación se distribuye según una distribución Normal, y dado un p-valor mayor que 0,05, se acepta la hipótesis nula de normalidad para un nivel de significación del 5%.

Gráfico 8: Contraste normalidad de los residuos del modelo para 2020



Fuente: Gretl, elaboración propia

En el caso de 2020, también se acepta la hipótesis nula de normalidad con un p-valor

igual a 0,0832.

Análisis de colinealidad:

Por un lado, las relaciones lineales aproximadas entre los regresores son más comunes, pero sus resultados suelen ser inexactos, aunque siguen manteniendo las características de ELIO. En otra palabra, la interconexión de los regresores dificulta cuantificar con precisión el efecto de los regresores individuales sobre el regresando y, por lo tanto, existe una varianza alta en nuestras estimaciones. Si existe una relación lineal aproximada entre los regresores, se puede considerar que existe un *multicolinealidad imperfecta*. El problema de la multicolinealidad da lugar a una falta de estimaciones precisas de los parámetros del modelo (Uriel, 2019).

Tabla 12: Aplicación de análisis de colinealidad del modelo para 2018

Factores de inflación de varianza (VIF)	
Mínimo valor posible = 1.0	
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad	
λ_K	1.474
λ_L	1.322
λ_{MP}	1.201
VIF(j) = $1/(1 - R(j)^2)$, donde R(j) es el coeficiente de correlación múltiple entre la variable j y las demás variables independientes	

Fuente: Gretl, elaboración propia

Tabla 13: Aplicación de análisis de colinealidad del modelo para 2020

Factores de inflación de varianza (VIF)	
Mínimo valor posible = 1.0	
Valores mayores que 10.0 pueden indicar un problema de colinealidad	
λ_K	1.802
λ_L	1.642
λ_{MP}	1.248
VIF(j) = $1/(1 - R(j)^2)$, donde R(j) es el coeficiente de correlación múltiple entre la variable j y las demás variables independientes	

Fuente: Gretl, elaboración propia

Según las tablas 12 y 13, no parece que haya problemas de multicolinealidad entre las variables explicativas del modelo.

Contraste de Reset: para contrastar esta forma lineal es correcta o no

Este contraste fue propuesto por Ramsey (1969).

Tabla 14: Aplicación de contraste de Reset del modelo para 2018

Contraste de especificación RESET (cuadrados y cubos)	
Estadístico de contraste: F = 5.471641,	
con valor p = $P(F(2,100) > 5.47164) = 0.00556$	
Contraste de especificación RESET (cuadrados sólo)	
Estadístico de contraste: F = 4.322548,	
con valor p = $P(F(1,101) > 4.32255) = 0.0401$	

Fuente: Gretl, elaboración propia

En el caso de utilizar, en la regresión auxiliar del contraste RESET, cuadrados y cubos que tenía un p-valor menor que 1%, se rechaza la hipótesis nula de que la forma funcional de modelo es correcta. Y el caso de utilizar sólo cuadrados, se mejora el ajuste, se acepta la hipótesis nula con un nivel de significativa 1%, sin embargo, se rechaza con un nivel de significativa de 5% y 10%.

Tabla 15: Aplicación de contraste de Reset del modelo para 2020

Contraste de especificación RESET (cuadrados y cubos)
 Estadístico de contraste: $F = 0.077050$,
 con valor $p = P(F(2,69) > 0.0770501) = 0.926$

Fuente: Gretl, elaboración propia

Para el año 2020, no se rechaza que la forma funcional propuesta sea correcta.

Contraste de heteroscedasticidad en el modelo lineal:

En presencia de heteroscedasticidad, la estimación MCO proporciona estimaciones de los parámetros de posición que no son óptimas, y las desviaciones típicas de estas estimaciones serían sesgadas. Esto lleva a conclusiones incorrectas basadas en los estadísticos t y F (Uriel, 2019).

Por ello contrastamos la hipótesis de homocedasticidad y para ello utilizamos dos contrastes de heteroscedasticidad: Breusch-Pagan y White.

Tabla 16: Aplicación de contraste de Breusch-Pagan del modelo para 2018

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan MCO, usando las observaciones 544-649 (n = 106) Variable dependiente: uhat^2 escalado				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	3.20443	1.87707	1.707	0.0908 *
lnK	0.140282	0.100458	1.396	0.1656
lnL	-0.224575	0.168149	-1.336	0.1847
lnMP	-0.143333	0.209135	-0.6854	0.4947
Suma de cuadrados explicada = 4.52969				
Estadístico de contraste: LM = 2.264847, con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(3) > 2.264847) = 0.519289$				

Fuente: Gretl, elaboración propia

El test de Breusch-Pagan sólo detecta formas lineales de heteroscedasticidad, válido solamente para muestras grandes. La regresión auxiliar para estimar será la siguiente: $\hat{u}_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_i + \alpha_2 \ln L_i + \alpha_3 \ln MP_i + \varepsilon_i$, con un p-valor mayor que 0,1, no hay problema de heteroscedasticidad, es decir, para un nivel de significación 1%, 5% y 10% no hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad en el modelo.

Tabla 17: Aplicación de contraste de White del modelo para 2018

Contraste de heterocedasticidad de White				
MCO, usando las observaciones 544-649 (n = 106)				
Variable dependiente: uhat^2				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-0.361839	0.334965	-1.080	0.2827
l_K	-0.00211789	0.0252626	-0.08384	0.9334
l_L	0.0522228	0.0396566	1.317	0.1910
l_MP	0.0471360	0.0653865	0.7209	0.4727
sq_l_K	8.09696e-05	0.000800407	0.1012	0.9196
X2_X3	-0.000708657	0.00193201	-0.3668	0.7146
X2_X4	0.000952928	0.00285816	0.3334	0.7396
sq_l_L	-0.000306679	0.00149667	-0.2049	0.8381
X3_X4	-0.00541121	0.00406435	-1.331	0.1862
sq_l_MP	-0.000825585	0.00376213	-0.2194	0.8268
R-cuadrado = 0.064615				
Estadístico de contraste: TR^2 = 6.849203,				
con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 6.849203) = 0.652816				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Este paso es igual que en el contraste de Breusch-Pagan, pero el test de White permite contrastar no linealidades utilizando los cuadrados y los productos cruzados de todos los regresores y se acepta la hipótesis nula de homoscedasticidad para un nivel del 1%, 5% y 10%. Es decir, la varianza del error se mantiene constante para cada valor de observaciones de la muestra, los errores son homocedásticos.

Tabla 18: Aplicación de contraste de Breush-Pagan del modelo para 2020

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan				
MCO, usando las observaciones 575-649 (n = 75)				
Variable dependiente: uhat^2 escalado				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	3.78541	2.90413	1.303	0.1966
l_K	0.129223	0.209999	0.6154	0.5403
l_L	-0.165220	0.272838	-0.6056	0.5467
l_MP	-0.262638	0.347134	-0.7566	0.4518
Suma de cuadrados explicada = 2.71465				
Estadístico de contraste: LM = 1.357327,				
con valor p = P(Chi-cuadrado(3) > 1.357327) = 0.715567				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Según la tabla 18, se acepta la hipótesis nula de que no hay problema de heterocedastidad para un nivel de significativa del 1%, 5% y 10%.

Tabla 19: Aplicación de contraste de White del modelo para 2020

Contraste de heterocedasticidad de White				
MC0, usando las observaciones 575-649 (n = 75)				
Variable dependiente: uhat^2				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	-0.459792	0.584636	-0.7865	0.4345
ln_K	-0.0623385	0.0489712	-1.273	0.2076
ln_L	0.178133	0.0656665	2.713	0.0085 ***
ln_MP	0.000788625	0.126455	0.006236	0.9950
sq_ln_K	-0.00141894	0.00246511	-0.5756	0.5669
X2_X3	0.00887914	0.00459527	1.932	0.0577 *
X2_X4	0.00147628	0.00616731	0.2394	0.8116
sq_ln_L	0.00144683	0.00270783	0.5343	0.5949
X3_X4	-0.0276086	0.00759934	-3.633	0.0006 ***
sq_ln_MP	0.0105359	0.00803037	1.312	0.1941
R-cuadrado = 0.224158				
Estadístico de contraste: TR^2 = 16.811816,				
con valor p = P(Chi-cuadrado(9) > 16.811816) = 0.051746				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Y con el contraste de White, resultando con un p-valor igual a 0,051746, se acepta la hipótesis nula de homocedasticidad para un nivel de 1% y 5%, pero se rechaza la hipótesis nula al 10% respectivamente.

4.5. Incorporación de variables ficticias en el análisis de regresión

En este apartado, con objeto de intentar mejorar la especificación del modelo, ya que el contraste RESET señalaba un posible problema de especificación en la función anterior, utilizamos incluimos una variable ficticia (exportación) que toma el valor 1 para las empresas grandes de calzado españolas con actividad exportadora y 0 en caso contrario, para analizar si hay diferencias en la función de producción entre las empresas que tienen actividad exportadora y las que no la tienen:

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + \beta_4 \text{Exportación}_i + u_i \quad (3)$$

Tabla 20: Estimación del modelo con una ficticia del año 2018

Modelo 3: MCO, usando las observaciones 1-106				
Variable dependiente: $\ln Y$				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.704817	0.172047	4.097	8.47e-05 ***
$\ln K$	0.0532756	0.00889749	5.988	3.28e-08 ***
$\ln L$	0.137057	0.0147879	9.268	3.67e-15 ***
$\ln MP$	0.831611	0.0188687	44.07	9.00e-68 ***
Exportacion	0.0487376	0.0272026	1.792	0.0762 *
Media de la vble. dep.	8.991183	D.T. de la vble. dep.	0.627320	
Suma de cuad. residuos	1.239876	D.T. de la regresión	0.110797	
R-cuadrado	0.969994	R-cuadrado corregido	0.968805	
F(4, 101)	816.2444	Valor p (de F)	6.28e-76	
Log-verosimilitud	85.35919	Criterio de Akaike	-160.7184	
Criterio de Schwarz	-147.4012	Crit. de Hannan-Quinn	-155.3209	
Contraste de normalidad de los residuos -				
Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]				
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 0.839038				
con valor p = 0.657363				
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan -				
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]				
Estadístico de contraste: LM = 3.27076				
con valor p = P(Chi-cuadrado(4) > 3.27076) = 0.513579				
Contraste de heterocedasticidad de White -				
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]				
Estadístico de contraste: LM = 10.3362				
con valor p = P(Chi-cuadrado(13) > 10.3362) = 0.666239				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Tabla 21: Estimación del modelo con una ficticia del año 2020

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 575-649 (n = 75)				
Variable dependiente: $\ln Y$				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.874919	0.218408	4.006	0.0002 ***
$\ln K$	0.0696794	0.0156199	4.461	3.04e-05 ***
$\ln L$	0.145560	0.0203263	7.161	6.34e-10 ***
$\ln MP$	0.794059	0.0259068	30.65	2.68e-42 ***
Exportacion	0.0470563	0.0360447	1.305	0.1960
Media de la vble. dep.	8.965792	D.T. de la vble. dep.	0.598127	
Suma de cuad. residuos	1.018445	D.T. de la regresión	0.120620	
R-cuadrado	0.961530	R-cuadrado corregido	0.959332	
F(4, 70)	437.4035	Valor p (de F)	1.04e-48	
Log-verosimilitud	54.80002	Criterio de Akaike	-99.60003	
Criterio de Schwarz	-88.01259	Crit. de Hannan-Quinn	-94.97329	
Sin considerar la constante, el valor p más alto fue el de la variable 5 (Exportacion)				
Contraste de normalidad de los residuos -				
Hipótesis nula: [El error tiene distribución Normal]				
Estadístico de contraste: Chi-cuadrado(2) = 7.41219				
con valor p = 0.0245733				
Contraste de heterocedasticidad de White -				
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]				
Estadístico de contraste: LM = 21.6007				
con valor p = P(Chi-cuadrado(13) > 21.6007) = 0.0618665				
Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan -				
Hipótesis nula: [No hay heterocedasticidad]				
Estadístico de contraste: LM = 4.57336				
con valor p = P(Chi-cuadrado(4) > 4.57336) = 0.333937				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Esta tabla 20 indica que las actividades exportadoras sí afectan a la producción de las empresas grandes de calzados españolas (0.0487), y sólo es significativa al 10% de nivel de significación. En el modelo también se acepta las hipótesis básicas y no hay problema de heterocedasticidad.

La tabla 21 muestra que la variable exportación no es significativa para la explicación de la producción de las empresas grandes de calzado española.

Contraste de Chow:

Tabla 22: Aplicación de contraste de Chow del modelo para 2018

Regresión aumentada para el contraste de Chow				
MCO, usando las observaciones 1-106				
Variable dependiente: l_Y				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.667383	0.191849	3.479	0.0008 ***
l_K	0.0566362	0.00979021	5.785	8.68e-08 ***
l_L	0.137266	0.0169223	8.112	1.47e-12 ***
l_MP	0.834214	0.0215514	38.71	3.43e-61 ***
Exportacion	0.239915	0.433240	0.5538	0.5810
Ex_l_K	-0.0232451	0.0248417	-0.9357	0.3517
Ex_l_L	-0.00823124	0.0365518	-0.2252	0.8223
Ex_l_MP	-0.00481643	0.0469662	-0.1026	0.9185
Media de la vble. dep.	8.991183	D.T. de la vble. dep.	0.627320	
Suma de cuad. residuos	1.219033	D.T. de la regresión	0.111531	
R-cuadrado	0.970498	R-cuadrado corregido	0.968391	
F(7, 98)	460.5485	Valor p (de F)	5.40e-72	
Log-verosimilitud	86.25772	Criterio de Akaike	-156.5154	
Criterio de Schwarz	-135.2079	Crit. de Hannan-Quinn	-147.8794	
Contraste de Chow de diferencia estructural con respecto a Exportacion				
F(4, 98) = 1.21088 con valor p 0.3111				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Según el resultado de la tabla 22 con un p-valor más alto que 0,10 significa que no hay cambios significativos en la función de producción, entre las que tienen actividades exportadoras y las que no la tienen, para el año 2018.

Tabla 23: Aplicación de contraste de Chow del modelo para 2020

Regresión aumentada para el contraste de Chow				
MCO, usando las observaciones 575-649 (n = 75)				
Variable dependiente: l_Y				
	coeficiente	Desv. típica	Estadístico t	valor p
const	0.879369	0.243028	3.618	0.0006 ***
l_K	0.0708346	0.0169728	4.173	8.84e-05 ***
l_L	0.146737	0.0225321	6.512	1.12e-08 ***
l_MP	0.791959	0.0289625	27.34	4.57e-38 ***
Exportacion	-0.0681775	0.690749	-0.09870	0.9217
Ex_l_K	-0.0157189	0.0560319	-0.2805	0.7799
Ex_l_L	-0.00318285	0.0608094	-0.05234	0.9584
Ex_l_MP	0.0245534	0.0831168	0.2954	0.7686
Media de la vble. dep.	8.965792	D.T. de la vble. dep.	0.598127	
Suma de cuad. residuos	1.016011	D.T. de la regresión	0.123144	
R-cuadrado	0.961622	R-cuadrado corregido	0.957613	
F(7, 67)	239.8290	Valor p (de F)	7.44e-45	
Log-verosimilitud	54.88975	Criterio de Akaike	-93.77949	
Criterio de Schwarz	-75.23959	Crit. de Hannan-Quinn	-86.37671	
Contraste de Chow de diferencia estructural con respecto a Exportacion				
F(4, 67) = 0.448924 con valor p 0.7728				

Fuente: Gretl, elaboración propia

Para el caso 2020, tampoco hay una diferencia estructural significativa en la función de producción de las empresas grandes de calzado españolas entre las empresas que tienen actividad exportadora y las que no la tienen.

4.6. Selección de modelos

El coeficiente de determinación (R^2) se considera una medida de la bondad del ajuste,

independiente de la unidad de medida. Este coeficiente es el porcentaje de la variación de la variable endógena explicado por las variables explicativas. Pero este criterio no nos sirva para elegir entre modelos anidados.

Otros criterios de selección utilizados serían: *Akaike* (AIC), *Bayesiano de Schwarz* (BIC) y de *Hannan-Quinn* (HQC). Según estos criterios se seleccionaría el modelo con el valor más bajos (Beser et al., 2021).

Vamos a estimar las siguientes especificaciones o modelos alternativos para explicar la función de producción para cada año:

Modelo 1 $\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln MP_i + u_i$

Modelo 2 $\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln L_i + \beta_2 \ln MP_i + u_i$

Modelo 3 $\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + u_i$

Modelo 4 $\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + u_i$

Modelo 5 $\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + \beta_4 \text{Exportación}_i + u_i$

Modelo 6

$$\ln Y_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_i + \beta_2 \ln L_i + \beta_3 \ln MP_i + \beta_4 \text{Exportación}_i + \beta_5 \text{Exportación}_i * \ln K_i + \beta_6 \text{Exportación}_i * \ln L_i + \beta_7 \text{Exportación}_i * \ln MP_i + u_i$$

Tabla 24: Comparación de los resultados de las empresas grandes para 2018

	AIC	BIC	HQC	R2	R2 corregido	suma de cuadrados residual
Modelo 1	-44.6433	-39.3164	-42.4842	0.9051	0.9042	3.9222
Modelo 2	-126.5458	-118.5555	-123.3073	0.9570	0.9562	4.5918
Modelo 3	-159.4019	-148.7481	-155.0839	0.9690	0.9681	1.2793
Modelo 4	158.6588	166.6491	161.8973	0.3659	0.3536	26.1995
Modelo 5	-160.7184	-147.4012	-155.3209	0.9700	0.9688	1.2399
Modelo 6	-156.5154	-135.2079	-147.8794	0.9705	0.9684	1.2190

Fuente: Gretl, elaboración propia

Tabla 25: Comparación de los resultados de las empresas grandes para 2020

	AIC	BIC	HQC	R2	R2 corregido	suma de cuadrados residual
Modelo 1	-17.7384	-13.1034	-15.8877	0.8759	0.8741	0.8742
Modelo 2	-83.3613	-76.4088	-80.5853	0.9496	0.9482	0.9482
Modelo 3	-99.7959	-90.5259	-96.0945	0.9606	0.9589	0.9589
Modelo 4	96.6598	103.6122	99.4358	0.4444	0.4290	0.4290
Modelo 5	-99.6000	-88.0126	-94.9733	0.9615	0.9593	0.9593
Modelo 6	-93.7795	-75.2396	-86.3767	0.9616	0.9576	0.9576

Fuente: Gretl, elaboración propia

En términos del coeficiente de determinación en el Modelo 1 para 2018 el gasto de

materias explica el 90.5% de la variación en los ingresos de explotación, pasando a ser de un 96.9% al incluir el trabajo y capital. Y para 2020, sería 87,42% pasando a ser de un 95.89%.

En el análisis de regresión múltiple, el \bar{R}^2 se utiliza para investigar si las variables independientes son una explicación sólida o válida de la variable dependiente. Y si consideramos los criterios de información AIC, BIC y HQC, de los tres modelos el elegido es el Modelo 3, reafirmando lo que indica el \bar{R}^2 . La ganancia en un mejor ajuste, o una menor suma de cuadrados residual, no compensa el factor de penalización causado por los grados de libertad (Beser et al., 2021). Pero dado que se omitió la variable más importante (la variable exportación) en el modelo 3 para el análisis, así que, elegimos el modelo 5.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la crisis de los dos últimos años, en este trabajo nos hemos centrado en analizar la función de producción de las grandes empresas de calzado españolas, que tienen ingresos de explotación mayor que 4000 mil de euros, tanto antes como después de la pandemia. Identificamos los tres factores (capital, trabajo y materias primas) que están más relacionados con la producción de las grandes empresas de calzado. Evaluamos el impacto de estos tres factores en la producción mediante la estimación de una función de producción Cobb-Douglas antes y después de la crisis causada por la Covid-19. Por último, realizamos un análisis econométrico para ver, si esta función de producción es distinta para las empresas con actividad exportadora y las que no se dedican a la exportación.

Tras el análisis econométrico de diferentes modelos, los resultados muestran que, para las grandes empresas españolas de calzado, la elasticidad de la producción de calzado con respecto al capital es mayor después de la crisis que antes, ya que un 1% aumento del capital, la producción aumentaría 0,0532% en 2018, pero aumentaría 0,0697% en 2020. Por otro lado, un 1% aumento de los gastos de materiales primas, proporcionaría un aumento de la producción del 0,832% en 2018 y del 0,794% en 2020, menor que antes

de la crisis. Hace falta destacar que la interpretación de estos resultados se basa en los modelos planteados en este trabajo. En realidad, las variables analizadas de este trabajo también pueden verse afectados por otros factores (por ejemplo, el cambio en la demanda del mercado, el medio ambiente o el impacto de otros factores incontrolables, etc.).

También es importante señalar que en este trabajo sólo se ha analizado principalmente la situación de las grandes empresas de calzado españolas, sin hacer referencia a las más pequeñas, y se desconocen los antecedentes de las empresas, teniendo en cuenta que la mayoría de las empresas de calzado españolas son pequeñas, por lo que no está del todo claro que el capital no tenga influencia en ellas, aunque sí en la práctica, según Michael Parkin, el capital son las herramientas, los aparatos, los edificios, etc. que se utilizan para producir bienes y servicios y pueden variar considerablemente entre empresas de distinto tamaño. Hoy en día, el capital se ha convertido en una fuerza importante para la innovación, la competitividad y el crecimiento, con la revolución industrial, la producción se racionalizó en mayor medida y el uso frecuente de máquinas permitió intensificar la producción.

Además, los resultados también muestran que la actividad exportadora tuvo un impacto en las grandes empresas españolas de calzado en 2018, pero es muy pequeño, y que la función de producción no cambia significativamente entre las empresas que no exportan y las que sí que lo hacen, tanto antes de la crisis como después.

En resumen, el análisis de la producción en este trabajo sugiere que no existe una evidencia clara de que la actividad de exportadora afecte a la producción de las grandes empresas españolas de calzado, y no hay pruebas claras de un impacto significativo de la pandemia en la función de producción de las empresas españolas de calzado. Evidentemente, este resultado debe interpretarse con cautela, ya que la muestra de sectores industriales estudiados es bastante pequeña y restringida. Por lo tanto, este trabajo debe interpretarse como una aproximación al estudio de la función de producción de calzado en España y del impacto de la pandemia en la misma, así como si este impacto ha sido distinto en las empresas que exportan que en las que no lo hacen. Este trabajo deberá ampliarse y perfeccionarse en el futuro.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Beser, B., Fernández, R., & Ángel, L. (s. f.). 1Departamento de Matemática Aplicada
2Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría E.T.S.I.
Geodésica, Cartográfica y Topográfica. 11.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/167659/Balaguer%3BRuz%20-%20Selecc%C3%B3n%20de%20un%20modelo%20de%20regres%C3%B3n%20lineal%20m%C3%BAltiple%20para%20el%20c%C3%A1lculo%20de%20la%20precisi%C3%B3n%20m....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blanco, R. (2017). LA INDUSTRIA 4.0: EL ESTADO DE LA CUESTIÓN. 14.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6343649>
- España, E., Lucio, I., & Ybarra, J.-A. (2005). Evolución de la industria española del
calzado: Factores relevantes en las últimas décadas. *Economía industrial*, ISSN
0422-2784, No 355-356, 2004 (Ejemplar dedicado a: La renovación de la
industria tradicional española), pags. 211-228, 355.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1196161>
- Hernández-Bernal, A., & Ros-Gálvez, A. (2018). Oportunidades y amenazas de la
industria de fabricación de calzado en España: Análisis del entorno competitivo.
En *Ciencia Económica* (Vol. 7).
<https://doi.org/10.22201/fe.24484962e.2018.v7n13.a1>
- Lu, Y. (2021). The Current Status and Developing Trends of Industry 4.0: A Review.
Information Systems Frontiers. <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10221-w>
- Montoriol Garriga, Judit. (s. f.). Automatización: El miedo del trabajador. CaixaBank
Research. Recuperado 26 de marzo de 2022,
<https://www.caixabankresearch.com/es/economia-y-mercados/mercado-laboral-y-demografia/automatizacion-miedo-del-trabajador>
- Ramsey, J. B. (1969). Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares
Regression Analysis. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*
(Methodological), 31(2), 350–371. <http://www.jstor.org/stable/2984219>

- Sergio Díaz, J. M. G. (s. f.). La industria manufacturera durante la pandemia. CaixaBank Research. Recuperado 7 de junio de 2022, <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/industria/industria-manufacturera-durante-pandemia>
- Uriel, Ezequiel. Introducción a la econometría 12-09-2019 B.pdf. (s. f.). Recuperado 4 de mayo de 2022, <https://www.uv.es/uriel/manual/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20econometr%C3%ADa%2012-09-2019%20B.pdf>
- Wooldridge, J. M. (2009). Introductory econometrics: A modern approach (4th ed). South Western, Cengage Learning. <https://herioscarlanda.files.wordpress.com/2018/10/wooldridge-2009-introducci3b3n-a-la-econometrc3ada-un-enfoque-moderno.pdf>
- BBVA. (2017, julio 18). *España llega mejor preparada a la Cuarta Revolución Industrial* / BBVA. BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/espana-llega-mejor-preparada-cuarta-revolucion-industrial/>
- DESI_2021__Spain__es_STMRZhHU9bUhcKa5kUTestGx9vM_80601.pdf. (s. f.). Recuperado 26 de marzo de 2022, https://espanadigital.gob.es/sites/agendadigital/files/2021-11/DESI_2021_Spain_es_STMRZhHU9bUhcKa5kUTestGx9vM_80601.pdf
- El sector del calzado rescata a casi todos sus trabajadores bajo ERTE. (2022, enero 7). *Revista del Calzado*. <http://revistadelcalzado.com/trabajadores-calzado-erte-covid-19/>
- El 90 por ciento de la exportación española de calzado a EEUU procede de Alicante—*Libre Mercado*. (s. f.). Recuperado 6 de mayo de 2022, <https://www.libremercado.com/2019-11-25/eeuu-alicante-valencia-calzado-empresas-1276648486/>
- Informe Sectorial CESCE 2018 by Cesce—Issuu. (s. f.). Recuperado 7 de junio de 2022, https://issuu.com/cesce.es/docs/informe_sectorial_2018

La industria de la moda destruye casi 11.000 empleos en el año del Covid-19. (s. f.).

Recuperado 11 de abril de 2022, <https://www.modaes.es/entorno/la-industria-de-la-moda-destruye-10000-empleos-en-el-ano-del-covid-19.html>