



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Análisis de Eficiencia de la Industria Española del Pan

Autor:

Víctor Rébola Ramos

Tutores:

M.^a. Dolores Esteban Álvarez

José M. Hernández García

Facultad de Economía y Empresa

2018-2019

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar la eficiencia del sector panadero en España. Comenzamos estudiando su evolución histórica, el contexto mundial del trigo, principal materia prima en su elaboración, y los hábitos de consumo de este producto en España. A continuación, estimamos un modelo Translog de frontera estocástica, con información extraída de la base de datos SABI, para obtener los índices de eficiencia de las empresas panaderas españolas. A partir de estos resultados, se estudian los patrones de eficiencia en función de la localización geográfica, especialmente en Aragón, llegando a la conclusión de que no hay diferencias significativas en eficiencia según la localización en las tres provincias aragonesas. Por último, hemos estudiado hasta qué punto puede afectar a la eficiencia del sector el hecho de que las empresas de una comunidad autónoma consuman el trigo de su propia comunidad o, por el contrario, tengan que importarlo de países terceros. Los resultados obtenidos sugieren que las comunidades con mayores déficits en la producción de trigo y que, por lo tanto deben importarlo, alcanzan mayores niveles de eficiencia.

Abstract

The objective of this paper is to study the efficiency of the bakery sector in Spain. We begin by studying its historical evolution, the world context of wheat, the main raw material in its elaboration, and the consumption habits of this product in Spain. Next, we estimate a Translog stochastic frontier model, with information extracted from the SABI database, to obtain the efficiency indices of the Spanish bakeries. Based on these results, efficiency patterns are studied according to geographic location, especially in Aragón, reaching the conclusion that there are no significant differences in efficiency according to the location in the three Aragon provinces. Finally, we have studied to what extent it can affect the efficiency of the sector, the fact that the companies of an autonomous community consume the wheat of their own community or, on the contrary, have to import it from other countries. The results obtained suggest that the communities with the greatest deficits in wheat production and, therefore, they must to import it, reach higher levels of efficiency.

Autor: Víctor Rébola Ramos

Tutores: M.^a. Dolores Esteban y José M. Hernandez Garcia

Titulación vinculada: Grado de Economía

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CONTEXTO	7
2.1 Evolución del sector del pan y situación mundial del mercado de trigo	7
2.2. El sector del pan en España	8
2.3. Retos del sector panadero en España	14
3. MARCO TEÓRICO	15
3.1. Descripción de eficiencia	15
3.2. Métodos de estimación de fronteras de producción.....	17
4. RESULTADOS OBTENIDOS	20
4.1. Frontera de producción	20
4.2. Eficiencia del sector panadero en España	21
5. ANALISIS DE EFICIENCIA DE LAS E ^{AS} ARAGONESAS DEL SECTOR.....	25
5.1. Descripción del sector en Aragón	26
5.2. Eficiencia y localización de la empresa en Aragón	26
6. EFICIENCIA Y ADQUISICION DE MATERIAS PRIMAS POR CCAA	30
7. CONCLUSIONES	34
8. BIBLIOGRAFÍA	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evolución del consumo per cápita de pan en España.....	10
Tabla 2. Evolución anual del total de compran de pan en España	11
Tabla 3. Evolución en la distribución por canales de compra	11
Tabla 4. Precio medio (€/kg) por canal de compra.....	12
Tabla 5. Consumo de pan en hogares en 2017. Miles de kg	13
Tabla 6. Consumo kg/persona de pan en 2017 por CCAA	13
Tabla 7. Estimación estocástica frontera translog	21
Tabla 8. Histograma de eficiencias	22
Tabla 9. Eficiencia media por CCAA	23
Tabla 10. Empresas más eficientes de España	25
Tabla 11. Empresas más ineficientes de España	25
Tabla 12. Modelo 1 MCO	28
Tabla 13. Contraste de heterocedasticidad de White. Modelo 1	29
Tabla 14. Contraste de heterocedasticidad de Breush-Pagan. Modelo 1	29

Tabla 15. Estimación robusta. Modelo 1	30
Tabla 16. Modelo 2 MCO	31
Tabla 17. Contraste de heterocedasticidad de White. Modelo 2	32
Tabla 18. Contraste de heterocedasticidad de Breush-Pagan. Modelo 2	32
Tabla 19. Estimación robusta. Modelo 2	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medidas de eficiencia de Farrel	16
Figura 2. Mapa de eficiencias por CCAA	24

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la panadería comprende, según el código CNAE 1071, todas aquellas empresas que se dedican a la fabricación de pan y de productos frescos de panadería y pastelería. La amplia variedad de cereales que se pueden utilizar en su producción (trigo, centeno, cebada, espelta...), así como la polivalencia en los métodos de fabricación, permiten al sector fabricar una gran diversidad de productos. El pan, por ser uno de los productos elaborados más antiguos de la humanidad, confiere al sector una gran importancia en el mundo, pues la gran mayoría de sociedades consumen este producto de forma diaria. En 2018 en España, según datos de la FIAB (Federación Española de la industria de la Alimentación y las Bebidas), el 37.61% de las empresas de la industria de la alimentación se dedican a la producción de productos de panadería y pastelería y generan alrededor del 27% del total de los puestos de trabajo de este sector. Dada la importancia de este sector, resulta interesante investigar el grado de eficiencia de las empresas productoras de pan y qué factores pueden influir sobre la misma.

Los objetivos generales del presente trabajo son: a) analizar el grado de eficiencia de las empresas productoras de pan en España, poniendo una mayor atención en aquellas ubicadas en la Comunidad Autónoma de Aragón, y b) analizar algunos de los factores que pueden incidir de forma significativa sobre la eficiencia y las implicaciones que se puedan deducir para mejorar la eficiencia del sector. Los datos utilizados para la realización del trabajo han sido extraídos de la base de datos SABI.

El trabajo está dividido en 5 partes. En la primera parte se ofrece una perspectiva sobre los orígenes del pan y como este producto ha llegado a ser tal y como hoy en día lo conocemos. Seguidamente, se detalla el contexto mundial de su principal materia prima, el trigo, facilitando los principales datos económicos del mismo para, más adelante, centrarse en el ámbito geográfico de España. Además, se detallan los principales rasgos distintivos en los hábitos de consumo del pan (variedades, familia, canales de compra, CCAA...), así como los distintos datos económicos del sector. Como resultado de este análisis, llama la atención el hecho de que haya diferencias significativas en el origen de la materia prima (nacional versus extranjera) utilizada por las empresas productoras de pan. Finalmente, se expone uno de los principales retos a los que tiene que hacer frente esta industria: la nueva “Ley del pan”.

En la segunda parte del trabajo se expone el marco teórico sobre la eficiencia productiva, explicando: a) sus dos principales componentes: la eficiencia asignativa, que se corresponde con la proporción de inputs necesarios para generar al mínimo coste un determinado nivel de output, y la técnica, que se refiere a la capacidad de un sistema productivo para obtener el máximo output posible dadas unas cantidades de inputs, y b) los distintos métodos de obtención de fronteras de eficiencia: paramétricos y no paramétricos.

En la siguiente parte del trabajo se utiliza un método paramétrico para generar, a través de funciones de producción estocásticas tipo Translog, un índice de eficiencia técnica en la producción de pan para cada empresa. Este análisis se llevará a cabo a través del programa R Commander. Una vez obtenidos los índices de eficiencia, a continuación se estudian las pautas de eficiencia que sigue el sector, diseñando un mapa de la eficiencia media de cada Comunidad Autónoma.

En el cuarto apartado centramos la atención en la Comunidad Autónoma de Aragón, estudiando la eficiencia de sus empresas panaderas y los patrones que estas siguen. A este respecto, prestamos especial atención a cómo afecta a la eficiencia de las empresas aragonesas su localización en cada una de las 3 provincias y las implicaciones que ello conlleva.

En el quinto apartado se estudia cómo afecta a la eficiencia de las empresas de cada Comunidad Autónoma la adquisición del trigo blando en el exterior, como principal input del bien. En otras palabras, se quiere estudiar el impacto sobre la eficiencia que puede tener un déficit en la producción de trigo interior para las empresas que están localizadas dentro de una Comunidad Autónoma, de tal forma que tengan que importar mayor cantidad de trigo del exterior.

El final del trabajo está dedicado a resumir sus principales resultados y a formular las conclusiones que se pueden deducir del mismo, tanto a nivel nacional como a nivel de Aragón, así como las comparativas que se pueden hacer entre ellos.

El motivo por el cual he decidido analizar la eficiencia del sector panadero en España, y más concretamente en Aragón, es por su importancia en la sociedad actual, y porque es el oficio al que se lleva dedicado mi familia desde hace 5 generaciones. Esto ha suscitado en mí un gran interés por conocer en mayor profundidad el funcionamiento del sector.

2. CONTEXTO

2.1. Evolución del sector del pan y situación mundial del mercado de trigo

El pan es uno de los alimentos elaborados más antiguos de la historia de la humanidad. Su origen data del neolítico y su descubrimiento fue algo casual, cuando un hombre se dejó olvidado semillas de cereales trituradas con agua en un recipiente. Al volver encontró una torta seca granulada, la cual está considerada como el primer “pan”.

Desde entonces, las diferentes culturas han ido dando forma y perfeccionando lo que hoy conocemos como pan. Los egipcios descubrieron la fermentación, la levadura y el pan de trigo; los griegos, por su parte, perfeccionaron su fabricación añadiendo nuevos cereales y nuevas técnicas, aunque el verdadero salto lo dieron los romanos los cuales innovaron en nuevos molinos, nuevas máquinas de amasar y el primer horno de calentamiento directo.

Durante esas épocas, y hasta finales de la Edad Media, el pan era un producto para clases pudientes. En el siglo XII se crea el gremio de panaderos, el cual es considerado como el primer gremio de la historia. Desde entonces, y hasta el siglo XVII, las mejoras en la agricultura y la mecanización hicieron del pan blanco un bien para toda la población. En definitiva, desde el neolítico hasta nuestros días, el pan es un alimento que ha pasado por todas y cada una de las culturas, convirtiéndose en base de la gran mayoría de dietas del mundo, lo que se traduce en que existan más de 300 variedades de panes diferentes.

La inmensa mayoría del pan que se consume en el mundo es de trigo (existiendo otros como puede ser el de cebada o centeno, pero en cantidades ínfimas), por lo que centraremos el análisis de la evolución del sector mundial alrededor de este cereal. A continuación, se facilitan algunos datos geográficos de cómo se distribuye la producción del trigo en el mundo, así como sus principales países exportadores e importadores.

En el año 2014 se produjeron más de 726 millones de toneladas de trigo en el mundo, siendo uno de los productos agrícolas más producidos. Su variación a lo largo de los años no es muy elevada, aunque siempre es positiva, al ser un producto que va muy ligado al crecimiento de la población.

Asia aglutina casi la mitad de la producción mundial de trigo con un 44,1% de la producción total. China e India son los mayores productores del mundo, representando

un 17,3% y 13,1% de la producción total, respectivamente. A estos les siguen, desde muy lejos, Rusia y Estados Unidos, con una producción del 8,2% y un 7,5%. En lo concerniente a España, no pertenece ni al TOP 20 de mayores productores de trigo, con una producción de apenas el 0,8% mundial en 2014. Europa, como conjunto, es el segundo productor más importante de trigo, al aportar el 34,3% de la producción total, contando con cuatro países situados en el TOP 10 de países productores de pan: Rusia, Francia, Alemania y Ucrania con porcentajes del 8,2%, 5,3%, 3,8% y 3,3%, respectivamente. Este hecho hace que entre Asia y Europa copen el 78,4% de la producción mundial de trigo.

En lo que a exportación se refiere, el trigo es también el bien agrícola más exportado del mundo. Se exporta el 23,9% del total de la producción mundial, siendo Rusia, Estados Unidos y Canadá los mayores exportadores. Cabe destacar que Europa aporta catorce países a la lista de los 20 más exportadores de trigo, entre los que están por orden de exportación: Rusia, Francia, Ucrania, Alemania, Rumania, Bulgaria, Polonia, Lituania, Reino Unido, Rep. Checa, Hungría, Letonia, Eslovaquia y Suecia. Esto convierte al trigo en el bien agrícola más exportado por Europa y, a su vez, a Europa en el máximo exportador de trigo, pues copa el 57% de las exportaciones mundiales de trigo. A este le siguen de lejos América y Oceanía con el 31,1% y 8,7%, respectivamente.

Como se preveía, el trigo es también el bien agrícola más importado del mundo. Asia y África son los continentes que más importan con 74 y 44 millones de toneladas de trigo, respectivamente. Europa, en su conjunto, les sigue de cerca con 40 millones de toneladas (significan el 40,4%, 24% y 21,8% respectivamente).

2.2. El sector del pan en España

Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) España produjo en 2017 algo más de 5 millones de toneladas de trigo. A pesar de que esto convierte al trigo en el quinto bien agrícola más producido en el país, no es tan representativo a nivel global, debido a que solo representa el 0,8% del total producido en el mundo, no estando ni entre los 20 máximos productores.

España es uno de los países que más pan consume en el mundo. Nuestra escasa producción de trigo, en contraste con nuestro alto consumo de pan, hace que España sea el quinto país del mundo que más trigo importa con 7 millones de toneladas, (solo siendo superado por Italia dentro de Europa), para poder hacer frente a la demanda de

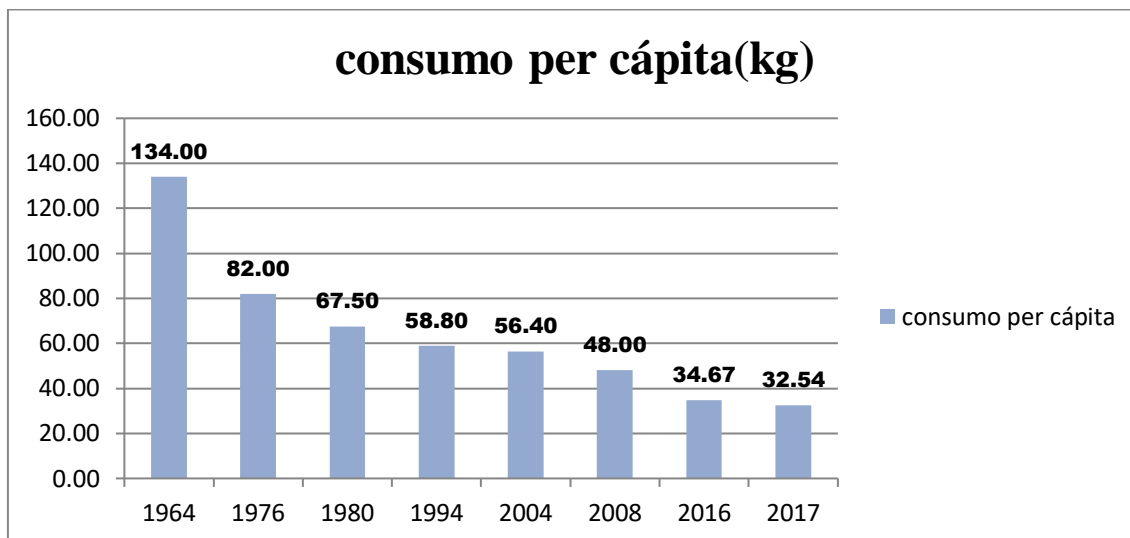
pan. Este aspecto en el déficit de trigo será tratado con atención más adelante, en el punto 6 del trabajo, para comprobar cómo afecta a las empresas españolas su dependencia del trigo exterior.

Para estudiar cómo han evolucionado los hábitos de consumo de este bien en España, he distinguido entre los diferentes tipos de panes que se comercializan en el país: pan fresco/congelado (que lo integra: pan fresco/congelado envasado, y pan fresco /congelado a granel), pan industrial (que lo integra el pan industrial fresco y el pan industrial seco).

Según los datos de 2017 del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), el consumo de pan en los hogares españoles fue de 1.521 millones de kilogramos, lo que conllevó respecto al año anterior un descenso de un no despreciable 2,5% (1.483 millones de kg). Si lo segmentamos y ordenamos por tipos de hogares, los que más pan habrían consumido serían aquellos hogares formados por jubilados, seguidos por aquellos constituidos por parejas con hijos pequeños y/o adolescentes y, en último lugar, los hogares formados por parejas con hijos adultos. Cabe destacar que la clase de hogar que más pan consume es aquel que cuenta con hijos con edad entre 6 y 15 años y/o las familias numerosas, llegando a consumir 48,84 kg/persona/año.

El descenso en el consumo de pan no es algo puntual que haya ocurrido en estos últimos años, como se podría pensar (ya sea por las dietas milagro o por la mala imagen que se está dando del gluten en diferentes medios), sino que es una tendencia que viene desde muy atrás, como se muestra en la Tabla 1. La bajada más acusada en los últimos 30 años se observa en los años correspondientes a la crisis económica (2008-2016), lo que deja entrever que, ante épocas de crisis un bien primario, como es el pan, se ve sustituido en la dieta en muchas familias por considerarlo no necesario para su desarrollo.

Tabla 1. Evolución del consumo per cápita de pan en España



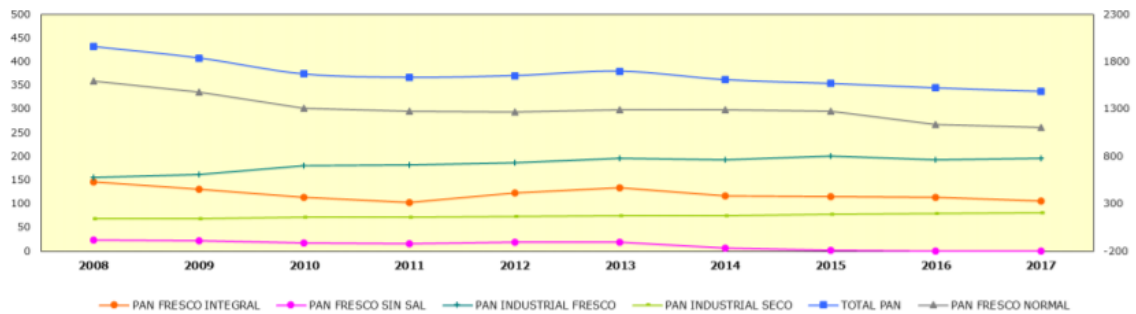
Datos: MAPA. Elaboración propia.

Esta tendencia descendente en el consumo solo se vio perturbada en el 2012, año en el cual el volumen de pan consumido aumentó un 1,2% respecto al año anterior. El aumento de consumo en plena crisis y recesión económica podría ser un ejemplo de los llamados bienes Giffen. Los bienes Giffen (llamados así por el economista Robert Giffen) tienen la característica de ser “bienes inferiores” (se demandan más cuanto menor es la renta) y tener una curva de demanda creciente, en discrepancia con la ley de la demanda. En épocas de recesión los pocos recursos que tienen las familias son desviados de otros bienes no tan necesarios y van destinados principalmente a los bienes de primera necesidad (como puede ser el pan), los cuales por aumento de demanda suben su precio. Como ocurrió en España con el pan, la gente con menor renta, a raíz de la crisis, consumió mayor volumen de pan a pesar de su aumento en los precios.

Sin embargo, en valores absolutos, el consumo de pan ha descendido más de 100 kg por persona en los últimos 50 años. Si traducimos los datos de consumo a gasto per cápita, en 2017 cada persona habría gastado en el consumo de pan 78,12€ (divididos en pan fresco/congelado 61,74€ y pan industrial 16,38€). Si comparamos estos datos con los del año 2016, 83,92€ (divididos en pan fresco/congelado 67,15€ y pan industrial 16,76€) se ve la relevancia y peso que tiene del pan fresco en el sector, representando de media en los últimos años el 80% del pan consumido.

Esto significa que la caída en el consumo de pan se puede atribuir al descenso en el consumo de pan fresco, el cual pasa de representar un 80,01% del total del pan consumido per cápita, a un 79,03%. Esto dato vuelve a no ser puntual, y es que la caída en el consumo de pan fresco lleva ocurriendo desde hace varios años, y es lo que está marcando la tendencia decreciente del consumo en el sector, como se muestra en el siguiente gráfico.

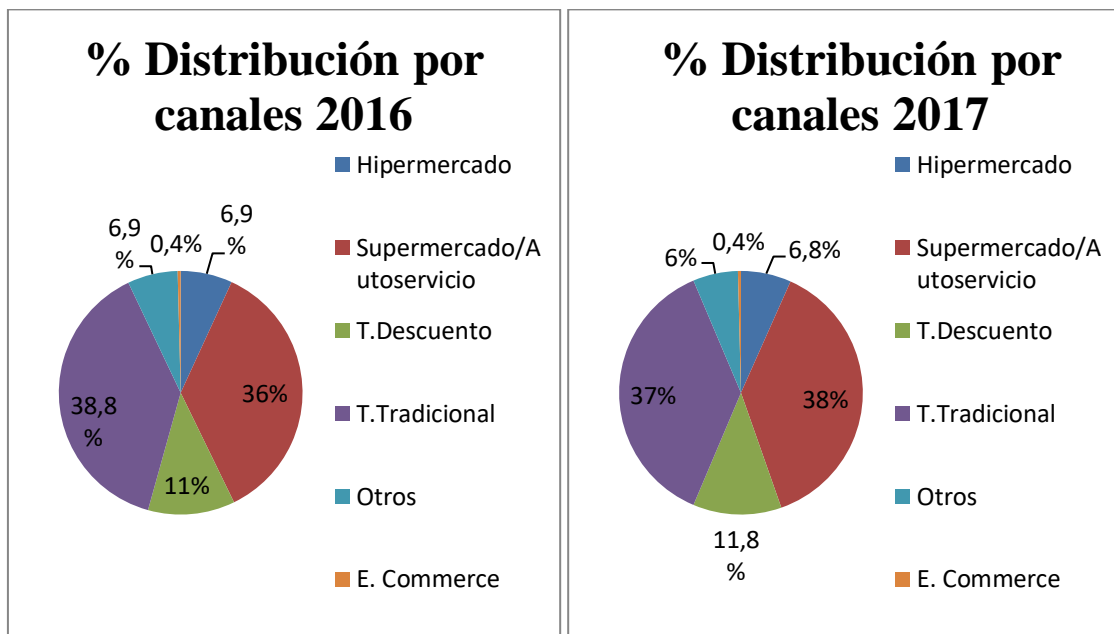
Tabla 2. Evolución anual del total de compras de pan en España



Fuente: Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación.

Para ayudar a explicar el descenso de consumo del pan fresco podemos fijarnos en cómo ha evolucionado el sector en lo relativo a los diferentes canales de producción y venta. Para ello, comparamos el porcentaje que abarca cada canal de producción dentro del sector y el precio al que cada uno vende el producto.

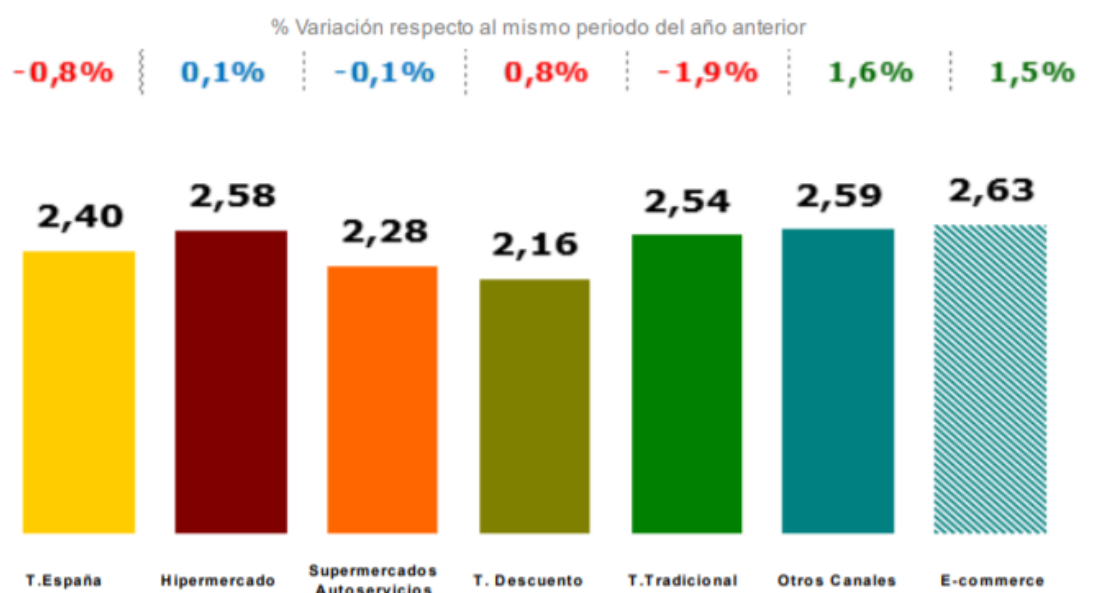
Tabla 3. Evolución en la distribución por canales de compra



Datos: ASEMAM. Elaboración propia

La tienda tradicional, que hasta el año 2016 había sido el principal canal de distribución (aunque ya venía en caída en los años anteriores), cede en el año 2017 el primer puesto a los supermercados y autoservicios, que en años anteriores le habían estado recortando cuota de distribución dentro del sector. Esta podría ser una de las explicaciones por las cuales el pan industrial está ganando peso dentro del total de pan consumido, en detrimento del pan fresco. Este cambio que se produce en el canal de compra, y que afecta al tipo de pan que se compra, viene motivado, entre otras cosas, por la comodidad y los nuevos hábitos de vida moderna, pero principalmente por el nivel de precios al que cada distribuidor vende este producto.

Tabla 4. Precio medio (€/kg) por canal de compra

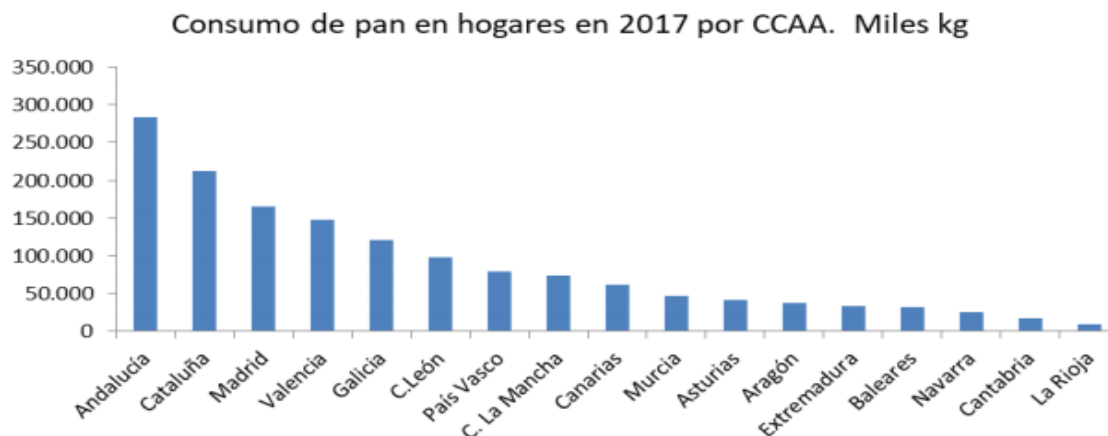


Datos y elaboración: MAPAMA

El precio medio del país se sitúa en 2,40€/kg, experimentando una bajada del 0,8 por ciento como consecuencia de la continua reducción de la demanda previamente comentada. Los supermercados y las zonas de autoservicio tienen una de las ofertas más baratas del sector, solo siendo superadas por las tiendas de descuento. La tienda tradicional, por su parte, se sitúa por encima de la media española, no pudiendo competir en precios con los supermercados. Esta podría ser esta otra de las razones por las cuales el consumo del pan fresco está en clara decadencia. El precio más elevado lo encontramos en el E. Commerce derivado de los altos costes de distribución y conservación.

El consumo total de pan en España es de 1.521 millones de kilos. Desagregado por comunidades autónomas, Andalucía es la comunidad que más kilogramos de pan consume, con cerca de 283 millones de kilogramos de pan. Cataluña, Madrid, Valencia y Galicia completan la cabeza del ranking.

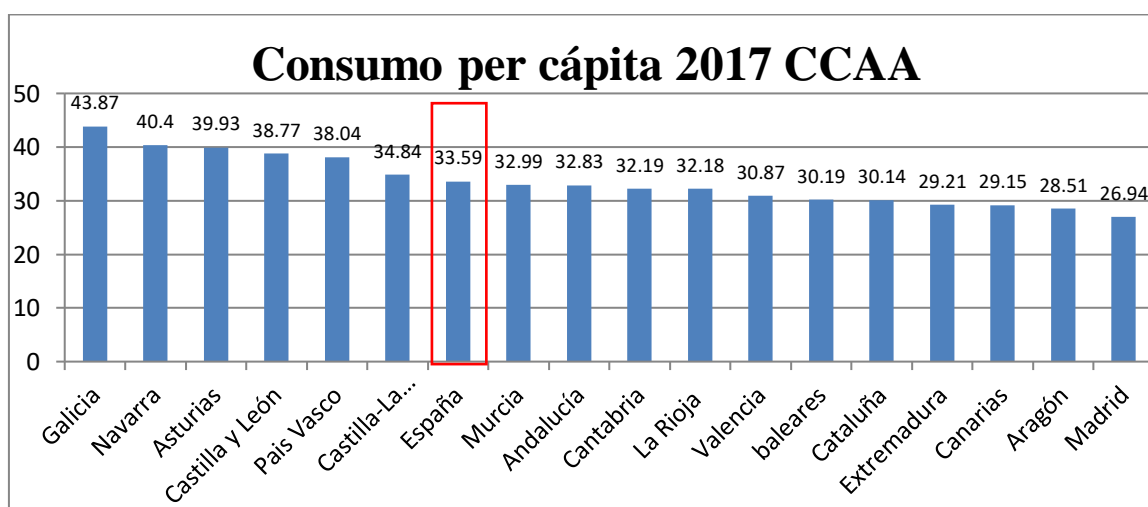
Tabla 5. Consumo de pan en hogares en 2017 por CCAA. Miles kg



Fuente: ASEM MAC

Por el contrario, en términos per cápita, el mapa de consumo de pan sería muy diferente, Galicia es la Comunidad Autónoma con mayor volumen de consumo de pan, consumiendo más de 43 kilos por persona y año, mientras que Andalucía queda relegada a la octava posición. La media española se sitúa cercana a los 34 kilos por persona y año, lejos de los cerca de 27 kilos que consume una persona en Madrid y que la colocan última en el ranking, como la CA que menos pan consume por persona.

Tabla 6. Consumo kg/persona de pan en 2017 por CCAA



Fuente: ASEM MAC. Elaboración propia

2.3. Retos del sector panadero en España: la nueva ley del pan

De hace varias décadas hasta nuestros días, la variedad en el mercado del pan ha aumentado exponencialmente en España. Cada vez es más frecuente encontrar novedosos e innovadores panes fabricados a partir de nuevas semillas o nuevos procesos, como ocurre con el “reciente” y afamado pan de masa madre, el cual está en auge en la actualidad, a pesar de ser una de las técnicas de elaboración de pan más antiguas de la historia.

Toda esta nueva variedad de panes ha sido posible gracias al desarrollo tecnológico e innovador que ha sufrido la industria en los últimos tiempos. Pero la variedad no siempre incorpora calidad, y muchos de los nuevos productos que se sacan al mercado son bajo un nombre que no cumple con los requisitos de la autenticidad del producto, como ocurre con el pan integral, entre otros. En España, hasta ahora, existía una ley del pan de 1984 que se quedaba muy laxa para los avances de los panes industriales de la actualidad, los cuales si contienen, por ejemplo, un mínimo de harina integral ya pueden utilizar el apellido de pan integral.

La nueva ley, aprobada a través de un real decreto el pasado 26 de abril de este año, supondrá un cambio total para todas las empresas fabricantes de pan en España, debido a que exigirá una mayor inversión en cualificación y un cambio total en el proceso productivo que acabará afectando a la futura eficiencia de las empresas del sector, en tanto en cuanto se adapten de forma adecuada a la nueva normativa de fabricación.

Alguna de las cuestiones que van a tener implicación directa en el proceso productivo de las empresas son las siguientes:

1. Solo podrá ser denominado como *pan integral* aquel en el cual el 100% de la harina utilizada sea integral, y en su defecto deberá poner de forma detallada con el mismo tamaño y fuente el porcentaje de harina integral con el que ha sido elaborado. Hasta ahora, cualquier pan que llevara algo de harina integral ya podía ser considerado como tal.
2. Se considerará *masa madre* aquella compuesta por harina de cualquier cereal, agua y sometida a una fermentación espontánea acidificante cuya función es asegurar la fermentación lenta de la masa del pan. Con ello mejoran las cualidades nutricionales y de durabilidad.

3. La calificación de pan *multicereal* también se endurece. Solo podrá denominarse como tal aquel que esté elaborado con 3 o más cereales y contenga un mínimo de un 10% de cada uno.
4. Solo podrá ser calificado como *pan de leña* si su cocción se realiza en un horno que únicamente utiliza leña como combustible.
5. La norma establece que el *pan artesano* solo será aquel en el que el factor humano prime sobre el mecánico en el proceso de elaboración, además deberá realizarse bajo la dirección de un maestro panadero. No se podrá producir pan artesano en serie, por lo que se cierra la puerta de usar este adjetivo al sector industrial.
6. Por último, una medida que afecta a la imposición del pan: los panes elaborados con cualquier tipo de harina, incluidos los integrales, dejarán de estar gravados con un 10% de IVA para compartir el mismo tributo que el pan blanco (4%).

Esta nueva ley obliga a los productores, tanto de pequeños obradores como de grandes empresas, a adaptarse a la nueva regulación que busca i) la elaboración de panes más saludables, ii) una mayor información al alcance del consumidor, iii) una mejora de competitividad entre las empresas, estableciendo las mismas condiciones para todos los productores, y iv) establecer una fiscalidad positiva.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Descripción de eficiencia

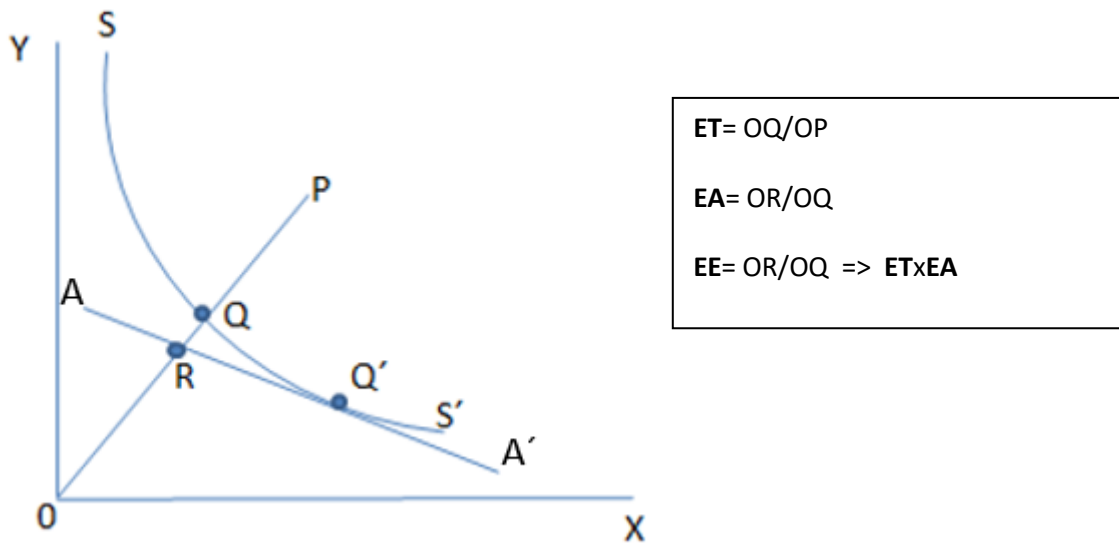
El principal objetivo de cualquier empresa es la maximización de beneficios. Para ello, resulta esencial que la organización del proceso productivo sea económicamente eficiente, de forma que se consiga producir lo máximo posible aplicando el mínimo número de recursos productivos al proceso, es decir, con los mínimos costes. Farrel (1957), fue el precursor en los estudios sobre la eficiencia en la producción, distinguiendo dos elementos dentro de la eficiencia: la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

La eficiencia técnica (ET) supone utilizar correctamente los factores de producción, es decir, obtener la máxima cantidad de producción con un número determinado de factores productivos. Esta situación se puede analizar desde dos puntos de vista: uno

que se centra en la capacidad de la empresa para producir el máximo output posible con la tecnología y unos recursos (inputs) dados; y otro que trata de ver la eficiencia del lado del input, tratando de obtener una cantidad de output fijada con la mínima cantidad de recursos. Un proceso será ineficiente si existe otra combinación de factores que permita la misma cantidad de output con una menor utilización de recursos, o bien que se pueda conseguir mayor producción con la misma cantidad de recursos.

La *eficiencia asignativa* (EA) hace referencia a la utilización de la mejor combinación de recursos a los precios que haya establecido el mercado, es decir, dados los precios de los factores, la eficiencia asignativa implica que se utiliza la combinación de inputs, dentro de los técnicamente eficientes, que permitan producir la cantidad deseada al mínimo coste. Una empresa asignativamente eficiente no podrá disminuir sus costes de producción, sin alterar su nivel de producción.

Figura 1. Medidas de eficiencia de Farrell.



Elaboración propia.

Suponiendo dos inputs X e Y, todos los puntos que se encuentran en la isocuanta SS' tienen una eficiencia técnica del 100% y los que estén por encima son ineficientes. La recta OP representa la utilización de los factores. Mientras que en el punto Q hay un uso eficiente de los factores productivos, el punto P representa una combinación de recursos ineficiente y el segmento QP es una medida del exceso del uso de los factores, por lo que una forma de medir la eficiencia técnica es la razón entre OQ/OP.

La recta AA' representa una “recta isocoste”, que refleja la relación en los precios de los factores productivos, de forma que el punto Q, situado sobre la isocuanta, representa un mayor coste de los factores que el punto Q' . Esto significa que el segmento RQ es una medida de ineficiencia asignativa en los recursos, dentro de los técnicamente eficientes, y el grado de ineficiencia asignativa se mide con la razón OR/OQ .

A través de la combinación de ambos índices se define la eficiencia económica (EE), que es igual al producto de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa.

Nuestro trabajo se centra en estudiar el nivel de eficiencia técnica de las empresas que se dedican a la fabricación de pan y productos frescos de panadería y pastelería. Farrell (1957) sentó las bases a partir de las cuales se comenzó a utilizar la metodología de las fronteras de producción para calcular la eficiencia técnica de una muestra de empresas de un sector. Las fronteras de producción indican la cantidad máxima de producto que se puede elaborar, en función de la combinación de recursos que se haya utilizado. Las empresas situadas sobre la frontera de producción serán las económicamente eficientes, pues están produciendo la máxima cantidad de output posible para una combinación de factores y tecnología determinada. Aquellas empresas de la muestra que estén por debajo de la frontera serán técnicamente ineficientes y la distancia que les separe de la frontera permitirá indicar el grado de ineficiencia, el cual vendrá dado por valores entre uno y cero (valores inferiores a uno indicarán ineficiencia). En definitiva, las empresas que reflejen un índice de 0,9 serán técnicamente ineficientes, es decir, con los recursos y tecnología que han aplicado estarán produciendo solo un 90% del output que podrían fabricar. La frontera de producción estará conformada por aquellas empresas eficientes, con un índice de 1.

3.2. Métodos de estimación de fronteras de producción

Existen diferentes maneras de obtener una frontera de producción. Los métodos *paramétricos* consisten en establecer a priori una forma funcional concreta y estimar la frontera por métodos econométricos. Por el contrario, en los métodos *no paramétricos* la forma funcional de la frontera no está preestablecida y las funciones de producción se estiman por la técnica envolvente de datos (DEA).

En este trabajo utilizamos el método paramétrico para calcular la eficiencia en el sector de la fabricación de pan y productos frescos de panadería y pastelería en nuestro país. Las fronteras paramétricas presentan ciertas ventajas a la hora de medir la eficiencia

como, por ejemplo, la posibilidad de realizar inferencia estadística y contrastes de hipótesis sobre los resultados obtenidos. Dentro de este método, hay que diferenciar entre los que siguen un enfoque *determinístico* y *estocástico*.

En el *enfoque determinístico* se contempla que cualquier desviación que difiera de la frontera está vinculada con ineficiencias por parte de la empresa, es decir, con una ineficiencia técnica. Como consecuencia de esto se ignora que la empresa pueda verse afectada por ineficiencias debidas a factores que escapan de su control (como pueda ser alguna decisión política o climatología adversa).

Una función determinista puede ser expresada como:

$$q = f(x) - u$$

Donde u es una perturbación aleatoria mayor o igual que cero que mide la distancia que separa a cada empresa de la frontera de producción, es decir, representa la ineficiencia. Así pues, el nivel de producto q que produce la empresa es la máxima cantidad que puede fabricar $f(x)$ menos la ineficiencia.

Green (1993) hizo una crítica a este sistema alegando que, como cualquier desviación se atribuía a la ineficiencia técnica, los valores extremos podían tener efectos profundos en las estimaciones, además de no poder detectar las imperfecciones en la especificación del modelo ya que se pueden confundir con ineficiencias.

El *método estocástico* intenta remediar estas imperfecciones del modelo determinista, al permitir que no toda desviación de la frontera recaiga explicativamente sobre la ineficiencia técnica. Los primeros en plantear este tipo de fronteras fueron Aigner, Lovell y Schmitt (1977) y Meeusen y Van de Broek (1977). Estos autores consideran que las empresas pueden verse afectadas por más perturbaciones y no solo por la ineficiencia de la empresa. En este caso la función de producción de la empresa tendría esta forma:

$$q = f(x) + e, \text{ donde } e = v - u, \text{ con } v, u \geq 0$$

El término error está compuesto por dos elementos, para poder distinguir el efecto del ruido estadístico de la ineficiencia. Así pues, el componente v es una perturbación simétrica que recoge las desviaciones aleatorias en la producción, como pueden ser errores en la medida de los datos o la suerte; se distribuye como normal de media 0 y

varianza sigma cuadrado. El segundo término u está formado por la ineficiencia técnica de los diferentes componentes de la muestra, sigue también una distribución $N(0, \sigma^2_u)$.

Respecto a la elección de la forma funcional de la frontera, las formas funcionales más utilizadas en la literatura son la Cobb-Douglas y la función Translog. La función Cobb-Douglas, tiene la ventaja de su simplicidad para estimar las elasticidades del output con respecto a los inputs, y para calcular el tipo de rendimientos a escala sumando el coeficiente de los inputs. Sin embargo, presenta una serie de inconvenientes: la homogeneidad de la función restringe los resultados que se pueden obtener, pues las elasticidades de producción son constantes para toda la muestra de empresas y la elasticidad de sustitución entre cualquier par de inputs es igual a uno. Tomando logaritmos en outputs e inputs la función Cobb-Douglas adopta la siguiente forma:

$$\ln q = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_n$$

La función Translog, propuesta por Christensen (1973), es la otra forma funcional más usada en los trabajos de estimación de fronteras. Consiste en una generalización de la Cobb-Douglas a través del desarrollo de Taylor de segundo orden. Esta función puede expresarse de la siguiente forma:

$$\ln y = \beta_0 + \sum_{j=1}^J \beta_j \ln x_j + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^K \beta_{jk} \ln x_k \ln x_j$$

La principal ventaja que podemos destacar de esta forma funcional frente a la Cobb-Douglas es que las elasticidades de producción y de sustitución son variables, permitiendo comprobar la hipótesis sobre la existencia de una curva de costes medios en forma de U. En contraposición necesita de la estimación de más variables y su análisis es más complejo.

Independientemente de la forma funcional utilizada, la estimación del modelo de producción de la frontera determinística se llevará a cabo a través del método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Corregidos (MCOOC).

4. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. Frontera de producción.

En la realización de este trabajo, he empleado el programa R Commander (R Development Core Team), que es un entorno y lenguaje de programación diseñado para el análisis estadístico. Este programa nació como una reimplementación del software libre del lenguaje S, pero con alcance estadístico diseñado por Ross Ihaka y Robert Gentleman. Este programa es muy utilizado en ámbitos de investigación estadística, así como en el creciente sector dentro de la industria 4.0 del data science, debido al conjunto de herramientas muy flexibles que lo integran, y que pueden ampliarse mediante nuevos paquetes, librerías o incluso definiendo funciones propias. Para la realización de este trabajo he utilizado el paquete *frontier*, que permite la estimación por máxima verosimilitud de modelos de frontera de producción estocástica.

La manera más adecuada para especificar una función de producción, según la Teoría Económica, es en términos de unidades físicas. Dado que esta información no está disponible habitualmente, el estudio sobre la eficiencia industrial se suele llevar a cabo utilizando los valores monetarios de las diferentes variables. De acuerdo con esto, la función de producción queda formulada de la siguiente forma:

$$V=f(L,K,MP)$$

donde V representa los ingresos de explotación de las empresas, L el gasto en mano de obra, K la dotación para la amortización de inmovilizado inmaterial (Capital de la empresa) y MP el gasto en materias primas y todas las variables están expresadas en miles de euros.

La información sobre estas cuatro variables en el sector del pan en España ha sido obtenida de la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos). Esta base de datos es una herramienta web exclusiva elaborada por INFORMA y Bureau Van Dijk, que permite obtener los datos específicos y cuentas anuales de más de 2,5 millones de empresas nacionales, abarcando datos que van desde 1990 hasta la actualidad en algunos de los casos. La base de datos utilizada para este trabajo es un corte transversal de un total de 2820 observaciones correspondientes a todas aquellas empresas productoras de pan en España con el código CNAE 1071 (Fabricación de pan y de productos frescos de panadería y pastelería), y que contienen información

actualizada a partir del año 2014. Se han eliminado de la muestra todas aquellas empresas que no han tenido actividad, o han sido extinguidas a partir de ese año, así como aquellas que presentan incongruencia en los datos o valores atípicos. Con esta información muestral llevamos a cabo la estimación de la frontera estocástica con la forma funcional **Translog**:

$$\ln V_i = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{1i} + \beta_2 \ln L_{2i} + \beta_3 \ln MP_{3i} + 0.5\beta_{11}(\ln K_{1i})^2 + 0.5\beta_{22}(\ln L_{2i})^2 + 0.5\beta_{33}(\ln MP_{3i})^2 + \beta_{12} \ln K_{1i} \ln L_{2i} + \beta_{13} \ln K_{1i} \ln MP_{3i} + \beta_{23} \ln L_{2i} \ln MP_{3i} + v_i - u_i$$

En la Tabla 7 se presenta el resultado de la estimación, donde observamos que todas los parámetros estimados tienen signos consistentes con la Teoría Económica y son individualmente significativas, por poseer p-valores inferiores al nivel de significación de 0,05. Esto indica que existe una relación intensa entre los ingresos de explotación de las empresas y cada una de las 3 variables del análisis.

Tabla 7. Estimación estocástica Frontera Translog:

	Estimate	Std. Error	z Value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.6403	0,0097	10,6118	<2E-16	***
Capital	01712	0.0123	13.9194	<2E-16	***
Labour	0.3691	0.0196	18.7833	<2E-16	***
MP	0.3616	0.0545	24.9253	<2E-16	***
I(0.5*Capital^2)	0.0355	0.0326	13.3881	<2E-09	***
I(0.5*Labour^2)	0.2403	0.0376	20.9433	<2E-16	***
I(0.5*MP^2)	0.2819	0.0233	24.2883	<2E-16	***
I(Capital*Labour)	-0.0042	0.0238	-1.0467	0.045	*
I(Capital*MP)	-0.0327	0.0032	-10.1303	<2E-16	***
I(Labour*MP)	-0.1433	0.0062	-22.9626	<2E-16	***
sigmaSq	0.0493	0.0318	26.0655	<2E-16	***
gamma	0.7255	0.0586	38.8646	<2E-16	***

Fuente: Elaboración propia. Herramienta R.

4.2. Eficiencia en el sector panadero en España.

Basándonos en la frontera de producción obtenemos, a continuación, el índice de eficiencia para cada una de las 2820 empresas que fabrican pan en España. De esta

forma conseguimos dibujar un mapa geográfico de la eficiencia de las empresas en cada una de las regiones de nuestro país.

Uno de los principales resultados que obtenemos es la eficiencia media de las 2820 empresas, la cual es bastante alta, 0,8719. Esto quiere decir que, en media, las empresas españolas con los recursos que tienen podrían producir un 12,82% más de lo que están produciendo actualmente. En el siguiente histograma queda reflejado que la amplia mayoría de las empresas se encuentran en el espectro de eficiencia de 0,8-1. La mayor concentración de empresas se sitúa en el rango de eficiencia de 0,85-0,9 con un total de 1360 empresas (el 48% del total), seguido del rango 0,9-0,95 en el que se concentran 778 empresas del sector.

Tabla 8: Histograma de eficiencias



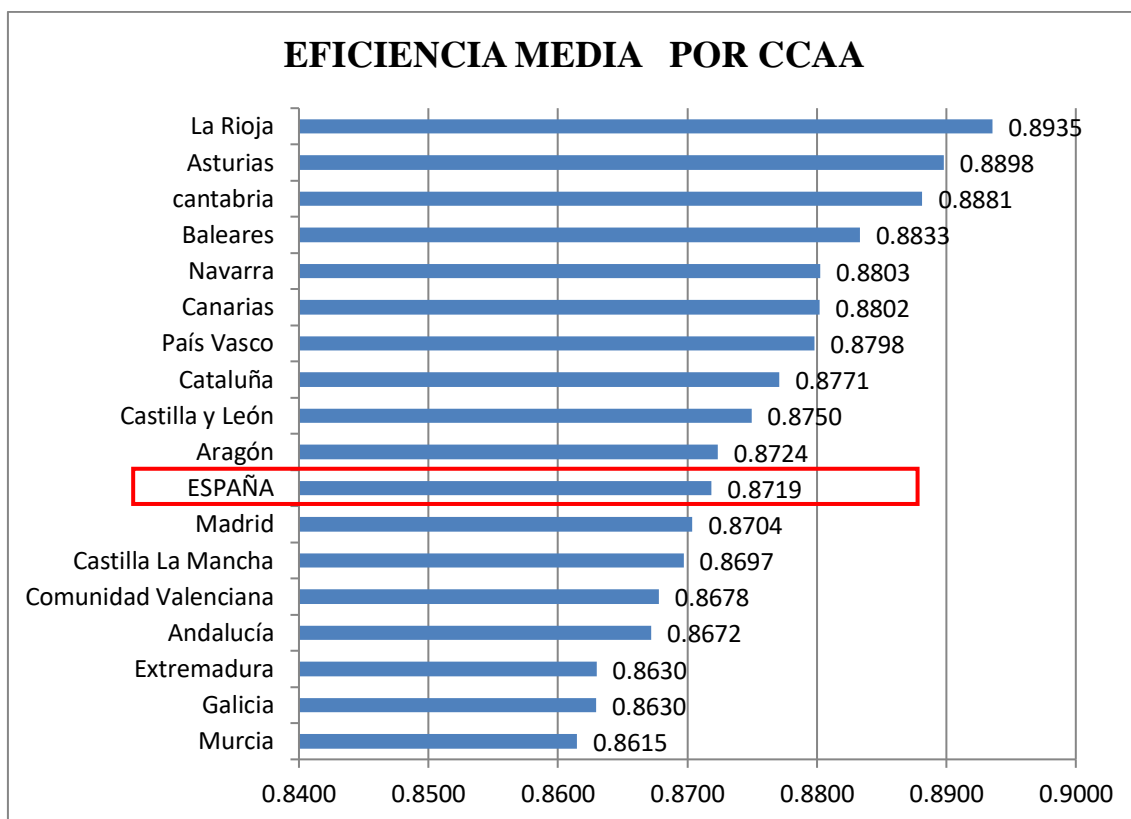
Herramienta: Excel. Elaboración propia

Si fragmentamos el estudio y nos centramos en el análisis por comunidades autónomas, podemos ver que Aragón se encuentra muy cerca de la media española, superando a esta con un índice de 0,8724. La comunidad autónoma española más eficiente es La Rioja con un índice de 0,8935, muy cercano al 0,9. En el lado contrario se encuentra Murcia, con un índice de 0,8615 siendo la C.A. más ineficiente en media.

En la tabla 9 se puede apreciar que la mayoría de CC.AA. que están por encima de la media española pertenecen al norte de España y a los archipiélagos, mientras que aquellas con menores índices de eficiencia que la media se sitúan en la mitad sur de la

península, a excepción de Galicia, como única comunidad de la mitad norte con eficiencias inferiores a la media española.

Tabla 9. Eficiencia media por CCAA



Herramienta Excel. Elaboración propia

Para ver esta idea de una forma más clara he elaborado un mapa geográfico por Comunidades Autónomas, donde se aprecia claramente la diferencia en eficiencia existente entre ambas mitades del país (en verde las CCAA con un índice de eficiencia mayor a la media española; en rojo las CCAA con menor eficiencia que la media). Las razones que pueden explicar las diferencias en eficiencia entre el norte y sur no están claras, pero podría deberse al clima, la diferencia de renta, la tecnología empleada, los hábitos en la dieta....

Tabla 10: Empresas más eficientes de España

10 empresas más eficientes de España	CCAA	Eficiencia
LEKUONA SA	País Vasco	0,98942286
DEXTRA GLOBAL SLU	Cataluña	0,985922293
MINEVERA SL.	Galicia	0,978141851
CADO-89 SL	C. Valenciana	0,975212145
EL PA DE SEMPRE SL	Cataluña	0,97305846
PANIFICADORA POZUELO SL	Castilla y León	0,972566948
FAYD FOODS SL.	Madrid	0,972274679
DELICIAS DEL PAN EL OBRADOR DE ANTEQUERA SL.	Andalucía	0,971757878
SOLO MASA SL.	Canarias	0,97153847
DULCES Y PANADERIA MONTEMAYOR SL	Castilla y León	0,97146554

Datos: R. Elaboración propia

Tabla 11: Empresas más ineficientes de España

10 empresas menos eficientes de España	CCAA	Eficiencia
NIETOS DE EMILIO CASTELLANO SL.	Andalucía	0,44739264
HORNO JOMARI SL	Madrid	0,44131952
HISPANIC EVOLUTION SL.	C. Valenciana	0,40923853
CONFITERIA GUIMAR SLL.	Castilla y León	0,39564256
CENTRO DE RECUPERACION DE SABORES DA RIBEIRA SACRA SL.	Galicia	0,39176753
PANADERIA PIPO SL	Murcia	0,35866636
FERNANDO CANEIRO SL.	Galicia	0,33634332
CELIEX 64 S.L.	Extremadura	0,3200343
NAT PRODUCTES DE FORN SL.	Cataluña	0,23387652
LA IMPERIAL BIARRITZ SA	Aragón	0,12230477

Datos: R. Elaboración propia

5. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LAS EMPRESAS ARAGONESAS DEL SECTOR

En este apartado centramos el análisis en las empresas de la Comunidad de Aragón. En primer lugar, estudiaremos cómo se distribuye el mapa de eficiencia y haremos una descripción general del sector en la comunidad. Posteriormente, investigaremos cómo la localización de las empresas en las diferentes provincias de la comunidad pueden

afectar a su eficiencia. Los resultados obtenidos nos permitirán sugerir en qué provincia es más eficiente desarrollar el ejercicio de una empresa panadera en Aragón.

5.1. Descripción del sector en Aragón

En lo que a las empresas aragonesas se refiere, a pesar de que en media la comunidad se encuentra por encima de la media del país, si se analizan las 107 empresas del sector de forma individual, los resultados no son tan positivos. La empresa aragonesa con el índice de eficiencia más elevado ocupa el puesto 29 en el ranking nacional, esta empresa es la Tahona Las Fuentes S.L, con un índice de 0,9610, y que está situada en la ciudad de Zaragoza. En el top 100 de empresas más eficientes solo se encuentran dos empresas aragonesas.

En el lado contrario, una empresa aragonesa ocupa el puesto de la empresa más ineficiente del sector en el ranking nacional. Esta es La Imperial Biarritz S.A, situada en Zaragoza, y con un índice de 0.1223. En el top 100 de las empresas más ineficientes del país se encuentran 2 empresas aragonesas, la ya nombrada y la panadería Formento S.L en Alcorisa (Teruel).

Si se centra la búsqueda en Aragón y desagregamos la comunidad en las 3 provincias (Zaragoza, Huesca y Teruel) tan solo dos de las 10 empresas más eficientes del sector se encuentran fuera de la provincia de Zaragoza. Dicho de otro modo, 8 de las 10 empresas más eficientes de la comunidad se encuentran en la capital aragonesa, lo cual podría sugerir un patrón geográfico de eficiencias.

5.2. Eficiencia y localización de la empresa en Aragón

En esta parte del trabajo se plantea examinar cómo puede afectar el hecho de estar situado en una las 3 provincias aragonesas a la eficiencia del sector panadero en Aragón, así como las implicaciones que esto puede tener. Para ello formularemos un modelo econométrico que relacione estas tres variables con la eficiencia.

La econometría, según el economista y matemático G.S. Maddala (1996) es “la aplicación de métodos estadísticos y matemáticos al análisis de datos económicos con el propósito de dar contenido empírico a las teorías económicas y verificarlas o refutarlas”. La principal finalidad de la econometría es explicar una variable endógena en función de otras exógenas.

En este caso concreto se quiere observar si existe una relación entre la eficiencia de una empresa (variable dependiente) y la localización de la misma dentro de la comunidad de Aragón (variables independientes).

Resulta comúnmente aceptado que la ausencia de una provisión adecuada de infraestructuras lastra el crecimiento económico de una población. En el caso de Aragón, la amplia disponibilidad de obras de infraestructura con las que cuenta la ciudad de Zaragoza, así como su localización dentro de la península, siendo el eje central de comunicación entre cuatro de las ciudades más importantes de España (Madrid, Barcelona, Valencia y Bilbao) permite a la capital aragonesa desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva frente a Huesca y a Teruel. Estos factores otorgan a Zaragoza una ventaja laboral y comercial a través de input más accesible y de una distribución de producto más asequible (posee el segundo aeropuerto que más mercancía distribuye de España y conexión directa con el puerto de Barcelona), de tal forma que su posición exportadora/importadora, tanto nacional como internacional, podría ser más eficiente que las otras dos capitales de la comunidad.

Vamos a comprobar, a través del estudio econométrico, si estas premisas se corresponden con la realidad. Para ello, estimaremos un modelo econométrico con variables ficticias, ya que estas permiten tratar la información cualitativa de forma óptima. Las variables ficticias tomarán valor 1 si la empresa está ubicada dentro de la provincia de la variable y 0 si no lo está.

Las variables utilizadas para estimar el modelo son las siguientes:

1. A: eficiencia de cada una de las empresas panaderas de Aragón.
2. Z: Localización de las empresas en Zaragoza (1 = Zaragoza, 0 = no Zaragoza).
3. H: Localización de las empresas en Huesca (1 = Huesca, 0 = no Huesca).
4. T: Localización de las empresas en Teruel (1 = Teruel, 0 = no Teruel).

Para la correcta estimación del modelo no se incluye una de las tres variables explicativas (Zaragoza en este caso), debido a que esto provocaría multicolinealidad exacta, es decir, la correlación entre las variables independientes es 1 y no se podrían medir los efectos de estas. El modelo econométrico que se plantea relaciona la eficiencia del total de empresas aragonesas con las otras 2 variables independientes,

$$\text{Modelo 1. } A = \beta_1 + \beta_2 H + \beta_3 T + u$$

y se estima por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) dando lugar a los siguientes resultados:

Tabla 12. Modelo 1 MCO

Variable dependiente: A

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
const	0.870769	0.0103381	84.23	1.60e-097 ***
H	0.0112092	0.0192343	0.5828	0.5613
T	-0.00713879	0.0225663	-0.3163	0.7524

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Con el fin de comprobar si la relación entre las variables es significativa, se debe analizar si los coeficientes del modelo son estadísticamente significativos a través de la elaboración de contrastes de hipótesis sobre estos parámetros. Sin embargo, conviene realizar de antemano la verificación de que no existen problemas de heterocedasticidad en el modelo.

La heterocedasticidad se origina cuando las varianzas de las perturbaciones (u) no son constantes, y por lo tanto, la variabilidad es diferente para cada observación. Las principales consecuencias de la existencia de heterocedasticidad son:

1. Los estimadores del modelo ya no serán ELIO ni eficientes.
2. El estimador MCO de σ^2 será sesgado y como consecuencia de ello se obtendrán unos estimadores sesgados de las varianzas y las covarianzas de los estimadores MCO de los parámetros de posición.
3. El uso de los estadísticos habituales de t y F para contrastes de hipótesis carecerán de validez.

El incumplimiento del supuesto básico de homocedasticidad tiene implicaciones negativas directas en el modelo clásico de regresión lineal, por ello es importante detectarlo. Hay varias formas de identificar este problema, en este caso utilizaremos los contrastes de White y Breusch-Pagan.

El *contraste de White* consiste en aplicar el cuadrado de los residuos de la regresión original. Se realiza una regresión sobre las variables originales, sus valores al cuadrado y sobre los productos cruzados de las variables explicativas. La hipótesis nula y la alternativa son las siguientes respectivamente:

H₀: homocedasticidad.

H₁: heterocedasticidad.

Tabla 13. Contraste de heterocedasticidad de White. Modelo 1

Contraste de heterocedasticidad de White
Estadístico de contraste: $TR^2 = 0.753554$, con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 0.753554) = 0.686069$

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Observamos que se acepta la hipótesis nula del contraste, es decir, hay homocedasticidad de los residuos en la regresión. Se rechaza la hipótesis alternativa y no habrá problemas de heterocedasticidad, debido a que el p-valor es 0.686069 y por lo tanto es mayor que el nivel de significatividad del 0,05.

El *Contraste de Breusch-Pagan*, es un modelo de regresión lineal cuya función es analizar si la varianza estimada de los residuos de una regresión depende de los valores de las variables independientes.

Tabla 14. Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Modelo 1

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan
Estadístico de contraste: $LM = 24.678924$, con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 24.678924) = 0.000004$

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Se observa que por el test de Breusch-Pagan si existe problema de heterocedasticidad. En este caso en p-valor ha sido de 0.000004, esta vez inferior al nivel de significatividad 0,05 y por consiguiente rechazamos la hipótesis alternativa de homocedasticidad y existirán problemas de heterocedasticidad en el modelo.

Uno de los métodos comúnmente utilizados para eliminar estos problemas de heterocedasticidad de modelos estimados por mínimos cuadrados ordinarios es la utilización de desviaciones típicas robustas. Su aplicación es ideal ante muestras pequeñas al no verse afectados por la existencia de datos anómalos. Por esta razón, seguidamente estimamos la regresión aplicando desviaciones típicas robustas:

Tabla 15. Estimación robusta. Modelo 1

Variable dependiente: A

Desviaciones típicas robustas ante heterocedasticidad, variante HCl

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
const	0.870769	0.0128976	67.51	1.04e-087 ***
H	0.0112092	0.0142959	0.7841	0.4348
T	-0.00713879	0.0158829	-0.4495	0.6540

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Se observa que localizar una empresa en Teruel tiene una influencia negativa sobre la eficiencia mientras que ubicarla en Huesca tiene una influencia positiva, pero las variables son no-significativas (al 5% de significatividad). Esto significa que no existe evidencia econométrica de que haya diferencias significativas en la eficiencia en relación a su localización dentro de la comunidad aragonesa, como la hipótesis inicial descriptiva suponía.

6. EFICIENCIA Y ADQUISICIÓN DE MATERIAS PRIMAS POR CCAA

En la parte final del trabajo se propone analizar si el origen del trigo blando (principal materia prima en la fabricación del pan) afecta a la eficiencia del sector panadero en España. En concreto, se trata de averiguar si las comunidades autónomas que tienen un mayor déficit en la producción de trigo y que, por tanto, tienen que importarlo, son menos eficientes que aquellas CCAA que tienen la materia prima más accesible. Como se ha verificado en los primeros apartados del trabajo, España no produce tanto trigo como el que necesita para fabricar las cantidades de pan que se consumen, por lo que todas las comunidades, en mayor o en menor medida, tienen que importar trigo de terceros países.

Convendría aclarar el porqué del uso de la variedad de trigo blando para la realización de este estudio y no del trigo en su generalidad. Esto es debido a que hay dos variedades de trigo: por un lado el trigo duro, que es una variedad difícil de romper y tiene una extensibilidad (la capacidad que tiene la harina para ser estirada cuando se mezcla con agua) muy inferior a la del trigo blando, lo que la hace menos panificable. Por el contrario, el trigo blando tiene una capacidad de extensibilidad muy superior, lo que lo hace ideal para el uso de productos panificables.

El modelo econométrico que planteamos tiene como variable dependiente la eficiencia media de las empresas por comunidades autónomas. Como variable independiente utilizaremos la relación existente entre producción de trigo blando por comunidades autónomas y la cantidad de trigo blando importado por cada comunidad autónoma (ambas medidas en toneladas).

En definitiva, el modelo econométrico que ha sido estimado tiene las siguientes variables:

1. EM: eficiencia media de las empresas de cada comunidad autónoma.
2. Y: relación producción total de trigo blando de cada comunidad/ importaciones totales de trigo blando de cada comunidad.

$$\text{Modelo 2. } EM = \beta_1 + \beta_2 Y + u$$

La estimación del modelo por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) genera el siguiente resultado:

Tabla 16. Modelo 2 MCO

Modelo 1: MCO, usando las observaciones 1-17
Variable dependiente: EM

	Coeficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p
const	0.875790	0.00249798	350.6	9.01e-031 ***
Y	-4.36629e-06	7.34428e-06	-0.5945	0.5610

Herramienta: Gretl. Elaboración propia

Con el fin de comprobar si la relación entre las variables es significativa, se debe analizar si los coeficientes del modelo son estadísticamente significativos a través de la elaboración de contrastes de hipótesis sobre estos parámetros. Sin embargo, como hemos hecho en el modelo anterior conviene realizar la verificación de que no existen problemas de heterocedasticidad en el modelo, (es decir, que haya homocedasticidad) ya que estos problemas son muy frecuentes en modelos de corte transversal. Para ello volveremos a realizar los contrastes de White y Breush-Pagan sobre el modelo:

Tabla 17. Contraste de heterocedasticidad de White. Modelo 2

Contraste de heterocedasticidad de White
Estadístico de contraste: $TR^2 = 1.268037$, con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(2) > 1.268037) = 0.530456$

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Tabla 18. Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan. Modelo 2

Contraste de heterocedasticidad de Breusch-Pagan
Estadístico de contraste: $LM = 0.521247$, con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(1) > 0.521247) = 0.470310$

Herramienta: Gretl. Elaboración propia.

Observamos que por ambos contrastes se acepta la hipótesis nula, es decir, hay homocedasticidad de los residuos en la regresión. Se rechaza la hipótesis alternativa y no habrá problemas de heterocedasticidad, debido a que el p-valor es 0,530456 y 0,470310 respectivamente y por lo tanto son mayores que el nivel de significatividad del 0,05.

De este modo, queda demostrado que no existen problemas de heterocedasticidad en este modelo, por lo que podemos pasar a analizar los resultados del mismo. Se aprecia que la relación de la variable producción de trigo/importación de trigo por comunidades autónomas sobre la eficiencia es negativa, pero el nivel de significatividad del p-valor es muy superior al 0,05, por esta razón la variable sería no significativa.

Otro de los problemas que podemos encontrar en un modelo de corte trasversal como este es la existencia de autocorrelación espacial (cuyo tratamiento excede el objeto del presente trabajo) que puede distorsionar los resultados obtenidos. Uno de los métodos más utilizados para corregir este problema es la *estimación robusta de la regresión*, una forma de análisis de la regresión diseñada para eludir algunas limitaciones tradicionales de los métodos paramétricos. Por esta razón a continuación, aplicamos desviaciones típicas robustas para corregir el problema:

Tabla 19. Estimación robusta. Modelo 2

Modelo 2: MCO, usando las observaciones 1-17
 Variable dependiente: EM
 Desviaciones típicas robustas ante heterocedasticidad, variante HCl

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	Valor p	
const	0.875790	0.00257329	340.3	1.41e-030	***
Y	-4.36629e-06	1.82400e-06	-2.394	0.0302	**

Herramienta: Gretl. Elaboración propia

Se observa, que el modelo estimado con desviaciones típicas robustas mejora ante la sospecha de autocorrelación y ofrece un resultado en el que la variable independiente *Y* tiene una influencia negativa y significativa con respecto a la eficiencia. Esto quiere decir que ante aumentos de la variable *Y*, la eficiencia media de las empresas de la comunidad aumentaría. Dicho de otro modo:

- Una disminución del trigo producido por la comunidad bien sea relacionado por la mala cosecha de ese ejercicio, la mala calidad o la mayor competitividad de otros países por haber tenido una cosecha más fructífera, obligará a las empresas de la comunidad a buscar su principal materia prima en la fabricación del pan en el exterior, aumentando de esta forma el número de toneladas de trigo blando importadas. Ante esta disminución de numerador (producción de trigo de la comunidad autónoma) y el consecuente aumento en el denominador (importación de trigo por comunidad) el valor de la variable *Y* disminuirá en esa comunidad autónoma y por la relación negativa que tiene con la eficiencia, esta aumentará.

$$\frac{\text{PRODUCCIÓN DE TRIGO POR C.A. } \downarrow}{\text{IMPORTACIÓN DE TRIGO POR C.A. } \uparrow} \Rightarrow \text{Eficiencia } \uparrow$$

Por lo que cabe concluir que aquellas comunidades autónomas que son más deficitarias en la producción de trigo blando y que por lo tanto tienen que importarlo de otros países son más eficientes que aquellas que adquieren mayor cantidad de materia prima de su comunidad autónoma y que, por lo tanto, importan menor cuantía de países terceros.

7. CONCLUSIONES

El presente trabajo comienza con una descripción del sector panadero tanto en el mundo como en España, analizando sus pautas de venta y consumo, los principales datos económicos de la industria y los patrones de ubicación geográfica en España y Aragón. Posteriormente, con los datos extraídos de la base datos SABI, hemos estimado una frontera estocástica Translog para calcular los índices de eficiencia de las empresas dedicadas a la fabricación de pan y de productos frescos de panadería y pastelería en España. Partiendo de este análisis, hemos realizado dos estudios econométricos sencillos, para evaluar como afectan a la eficiencia del sector ciertas variables:

- El primer modelo planteado se propone estudiar si existe alguna relación en la ubicación de una empresa en aragonesa en Zaragoza, Huesca o Teruel con su eficiencia.
- El segundo modelo econométrico persigue averiguar si existe alguna relación con la eficiencia entre las comunidades que son deficitarias en la producción de trigo y que por tanto necesitan importarlo, y las que deben importar menor cantidad de esta materia prima.

Las principales conclusiones que se pueden extraer del trabajo son las siguientes:

- Los principales productores de trigo están situados en Asia (China e India), pues producen un tercio del total del trigo producido en el mundo. Una de las principales causas es el precio de la mano de obra y la dieta de estos países, ya que el 40% de su alimentación está basada en el trigo. Europa en su conjunto se consolida como segundo productor mundial, produciendo casi otro tercio del total mundial, especialmente en países como Rusia, Francia y Alemania, que se han especializado en la producción de trigo de invierno. España, por su parte, apenas produce trigo a nivel mundial.
- Los hábitos de consumo de pan en España han cambiado de forma considerable. En los últimos 50 años el consumo de pan per cápita ha descendido alrededor de 100kg. La Comunidad Autónoma que más kilogramos de pan por persona consume al año es Galicia, en contraposición de Madrid, que se sitúa en última posición en consumo de pan. Aragón, por su parte, se encuentra en la penúltima posición con tan solo 28,51kg de pan por persona al año, lejos de la media española que está en torno a 33,59kg.

- El análisis de eficiencia de las empresas españolas muestra que la media de las 2820 empresas analizadas es bastante elevada, con un índice de 0,8719, y la inmensa mayoría se encuentra entre 0,85-1 (un 89% del total). Cabe destacar que la comunidad autónoma más eficiente es La Rioja con un índice muy cercano al 0,9, mientras que la comunidad menos eficiente del sector es Murcia con un índice medio del 0.8615. Aragón obtiene una buena posición en el ranking nacional al estar por encima de la media española.

El mapa de eficiencias que se dibuja muestra una clara división geográfica en los índices de eficiencia. Todas las comunidades autónomas del norte (a excepción de Galicia) junto con ambos archipiélagos, obtienen eficiencias superiores a la media de España, mientras que en el lado contrario, todas las comunidades autónomas del sur obtienen eficiencias inferiores a la media.

- A través de un análisis econométrico sencillo hemos llegado a la conclusión de que establecer una sociedad en una de las provincias de la comunidad de Aragón no tiene influencia significativa en el nivel de eficiencia de las empresas aragonesas del sector. Esto implica que la hipótesis inicial de que la localización en Zaragoza, por su mayor nivel de infraestructuras y su mejor localización geográfica, puede tener una influencia positiva en el nivel de eficiencia de las empresas, queda rechazada.
- Por último, mediante un análisis econométrico, hemos llegado a la conclusión de que el hecho de tener que importar la materia prima de otros países para hacer frente al déficit de trigo blando que tiene España está positivamente relacionado con la eficiencia. Es decir, las comunidades con mayores déficits en la producción de trigo, y que por lo tanto deben importarlo, tienen un impacto positivo y significativo con la eficiencia.

8. BIBLIOGRAFÍA

AIGNER, LOVELL Y SMITH (1977). *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models*, *J. Of Econometrics* 6 (1), páginas 21-37.

ALVARÉZ PINILLA, ANTONIO. ARIAS SAMPEDRO, CARLOS. OREA SANCHÉZ, LUIS. (2003). *Introducción al Análisis Empírico de la Producción*. Universidad de León, Universidad Oviedo. Disponible en: [https://www.unioviedo.es/oeg/books/IAEP%20\(libro\).pdf](https://www.unioviedo.es/oeg/books/IAEP%20(libro).pdf)

ASEMAC (2018). Asociación Española de la Industria de Panadería, Pastelería y Bollería. *Dossier de prensa junio 2018*. Disponible en: <http://www.asemac.es/uploads/Datos%20del%20sector%202017.pdf>

Base de datos SABI (2018). SABI. Disponible en: <https://sabi.bvdinfo.com/version-2018212/home.serv?product=SabiNeo> (Consultado en diciembre de 2018)

CAMACHO, MÁXIMO. (2011). *Variables Ficticias*. Universidad de Murcia. Disponible en: https://www.um.es/econometria/adeydcho/transpar/07-ficticias_Maximo.pdf

CAVERO ÁLVAREZ, J. CORRALES HERRERO, H. GONZÁLEZ, Y. LORENZO LAGO, C. PRIETO ALAIZ, M. ZARZOSA ESPINA, P. (2011). *Material Docente de Econometría*. Universidad de Valladolid. Disponible en: http://www3.uva.es/econometria-ADE/material_2011-12/material_teoría1_2011-12.pdf

COOPERATIVAS AGRO-ALIMENTARIAS (2018). *Cereales 2018: 2ª estimación cosecha de cereales 2018*.

CHRISTENSEN, L. Y W. GREENE, (1976), *Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation*, J. of Political Economy, 84(4), 655-676.

DURÁN, ENRIQUE. (septiembre 2018). *La hora de la concentración en el mercado de Masas Congeladas*. Alimarket Gran Consumo, páginas 345-361.

E. RAMALLE-GÓMARRA, JM. ANDRÉS DE LLANO. (2003). *Utilización de métodos robustos en la estadística inferencia*. Aten Primaria, Páginas 129-189.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
Disponible en:
http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country

FARRELL. M.J. (1957). 'The Measurement of productive Efficiency'. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 120, No. 3 (1957), páginas 253-290

FERNÁNDEZ CARRETERO, CARLOS. (s.f.). *Historia del pan*. Ceopan.
Disponible en:
<http://www.ceopan.es/index.php?type=public&zone=smartportalcategorias&action=view&categoryID=295&codeID=295> (consultado en febrero 2019).

FIAB (2018). Federación Española de Industrias de Alimentación y Bebidas *Informe económico 2018*. Páginas: 70-71 Disponible en:
http://fiab.es/es/archivos/documentos/FIAB_INFORME_ECONOMICO_2018.pdf

GALLEGO GÓMEZ, JOSÉ LUIS. (2008). *Multicolinealidad*. Universidad de Cantabria
Disponible en:
<https://ocw.unican.es/pluginfile.php/1285/course/section/1583/tema6.pdf>

GARCÍA, CHUS. (2018). *Una ley con mucha miga*. Disponible en:
<https://www.heraldo.es/noticias/aragon/2019/05/06/una-ley-con-mucha-miga-1313126.html>

GARZA G, ANA. (s.f). *El trigo*. Disponible en:
<http://www.ilustrados.com/tema/1269/Trigo.html> (consultado en abril 2019)

GREEN, W. (1993). *The econometric approach to efficiency analysis*. The Measurement of Productive Efficiency, Oxford University Press, Oxford.

INTA (2017). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Disponible en:
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_evolucion_y_perspectiva_mundial_y_nacional_de_la_.pdf

LEKUONA (s.f). *Pequeña historia familiar*. Disponible en:
http://www.lekuona.com/panaderia_san_sebastian_lekuona_quienes_somos.html
(Consultado en mayo 2019).

MADDALA, G. S. (1996), *Introducción a la Econometría*, ed. Pearson: Prentice Hall

MAPA (2017). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. *Informe anual del consumo alimentario 2017*. Páginas: 149-154. Disponible en:
https://www.mapa.gob.es/images/es/informeannualdeconsumoalimentario2017_tcm30-456186.pdf

MEEUSEN, W. AND VAN DEN BROECK, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error, *International Economic Review* 18, 435-444. 1977

MUNDOPAN (2015). *El origen del pan y su historia hasta nuestros días*. Disponible en: <https://mundopan.es/el-origen-del-pan-y-su-historia-hasta-nuestros-dias-cereal/> (Consultado en febrero de 2019).

PÉREZ CÁRCELES, MARÍA CONCEPCIÓN. (2012). *Modelos de Frontera Estocástica: Distribución de la Ineficiencia*. Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Murcia. Disponible en: https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/30034/1/TESIS_DICIEMBRE_3.pdf

REGIDOR, ROCÍO. (2016). *El consumo del pan aumenta por primera vez en décadas*. Libre Mercado. Disponible en: <https://www.libremercado.com/2013-10-16/el-consumo-de-pan-aumenta-por-primera-vez-en-decadas-1276501877/> (Consultado en febrero 2019).

REGRESIÓN ROBUSTA (s.f.). *En Wikipedia*. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Regresi3n_robusta (Consultado en mayo de 2019)

REPLEY BELIEVES (s.f.). *Principales pa3ses productores de trigo*. Disponible en: <https://es.ripleybelieves.com/top-wheat-producing-countries-1546> (Consultado en mayo de 2019).

STATISTA (2018). *Volumen de producci3n de trigo blando en las distintas comunidades aut3nomas espa3olas en 2017 (en miles de toneladas)*. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/501790/produccion-de-trigo-blando-en-comunidades-autonomas-de-espana/> (Consultado en marzo 2019).

TAFALLA SÁNCHEZ, ALBERTO. (2014). *Estudio de Tama3o y Potencia de Algunos Contrastes de Heterocedasticidad*. Universidad de Zaragoza. P3ginas 9-14. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/15689/files/TAZ-TFG-2014-1329.pdf>

TORO, P., GARCÍA, A., AGUILAR, C., ACERO, R., PEREA, J. Y VERA, R. (2010). *Determinación de la eficiencia técnica en agroecosistemas*. UCO. Universidad de Córdoba. Disponible en: http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/27_09_23_Eficiencia2%5b1%5d.pdf

UCO (2000). Universidad de Córdoba. *Temas avanzados de teoría de la producción*. Disponible en: http://www.uco.es/organiza/departamentos/prod-animal/economia/aula/img/pictorex/14_08_00_tema5.pdf

