



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Precipitaciones y desempeño económico en España:
Un estudio de su relación a nivel regional

Precipitation and economic performance in Spain:
A study of the relationship at the regional level

Autora

Laura Álvarez Lezcano

Directora

Ana Serrano González

Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Zaragoza
Curso 2020/2021

Autora del trabajo: Laura Álvarez Lezcano

Directora del trabajo: Ana Serrano González

Título del trabajo: Precipitaciones y desempeño económico en España:

Un estudio de su relación a nivel regional

Titulación: Administración y dirección de empresas

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) ha sido premiado en el curso 2020/21 por el Laboratorio de Economía Social de la Universidad de Zaragoza como “excelente idea de innovación social”.

RESUMEN:

El agua es un recurso natural esencial para los ecosistemas, el ser humano y el funcionamiento de la actividad económica. Los recursos hídricos son usados como factor de producción desde tiempos inmemoriales. En un contexto de potencial cambio climático, que acarrearía importantes restricciones en cuanto a la disponibilidad y variabilidad del agua, conocer su relación con el desempeño económico resulta vital. Por ello, en este Trabajo Fin de Grado se analiza la relación entre el valor añadido bruto (VAB), total y agrario, de la economía española y las precipitaciones. El trabajo se centra en el periodo de 2000 a 2017, y usa datos regionales con el objetivo de evitar el problema de la unidad de área modificable. En primer lugar, se lleva a cabo un análisis descriptivo, y posteriormente, se estiman diversos modelos usando técnicas de datos panel. Cuando consideramos todas las provincias españolas, se obtienen resultados no significativos. Sin embargo, al dividir España en 4 grupos climáticos, se observa como las precipitaciones afectan negativamente al VAB total en el Norte, mientras que en el interior afectan de manera positiva. Además, en términos del VAB agrario, encontramos que las precipitaciones influyen negativamente a las regiones más húmedas y positivamente a las más áridas.

ABSTRACT:

Water is an essential natural resource for ecosystems, human beings, and the functioning of economic activity. Water resources have been used as a production factor since immemorial times. In a context of potential climate change, which would entail important restrictions regarding the availability and variability of water, knowing its relationship with economic performance is vital. For this reason, this Final Degree Dissertation analyses the relationship between the total and agricultural gross value added (GVA) of the Spanish economy and rainfall. The work focuses on the period from 2000 to 2017, and uses regional data, in order to avoid the problem of the modifiable unit area. First, a descriptive analysis is carried out, and subsequently, several models are estimated using panel data techniques. When we consider all the Spanish provinces, non-significant results are obtained. However, when dividing Spain into 4 climatic groups, we observe that rainfall has a negative effect on the total GVA in the North, while in the interior it has a positive effect. Furthermore, in terms of agricultural GVA, we find that rainfall negatively influences the wettest regions and positively the most arid regions.

ÍNDICE

RESUMEN:	1
ABSTRACT	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	5
2. METODOLOGÍA Y DATOS	9
3. RESULTADOS	11
3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS: PATRONES Y TENDENCIAS	11
3.2 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA RELACIÓN ENTRE EL VAB Y EL VAB AGRARIO CON LAS PRECIPITACIONES.....	18
4. CONCLUSIONES	25
5. BIBLIOGRAFÍA	27

ÍNDICE DE FIGURAS

GRÁFICO 1: EVOLUCIÓN DEL VAB Y LAS PRECIPITACIONES (2000-2017) EN ESPAÑA.....	11
GRÁFICO 2: EVOLUCIÓN DEL VAB DE LA AGRICULTURA Y LAS PRECIPITACIONES (2000-2017) EN ESPAÑA	12
GRÁFICO 3: DISTRIBUCIÓN DEL VAB POR CCAA EN ESPAÑA EN 2017	13
GRÁFICO 4: DISTRIBUCIÓN DEL VAB DE LA AGRICULTURA POR CCAA EN ESPAÑA EN 2017	14
GRÁFICO 5: DISTRIBUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES POR CCAA EN ESPAÑA EN 2017 ...	15
GRÁFICO 6: RELACIÓN ENTRE VAB Y PRECIPITACIONES DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS, AÑO 2017	16
GRÁFICO 7: RELACIÓN ENTRE VAB AGRARIO Y PRECIPITACIONES DE LAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS, AÑO 2017	17

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE VAB TOTAL Y PRECIPITACIONES, 2000-2017	18
TABLA 2: ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE VAB AGRARIO Y PRECIPITACIONES, 2000-2017	20
TABLA 3: DIVISIÓN DE REGIONES SEGÚN GRUPOS CLIMÁTICOS	21
TABLA 4: ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE VAB Y PRECIPITACIONES POR ZONAS CLIMÁTICAS, 2000-2017	22
TABLA 5: ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE VAB AGRARIO Y PRECIPITACIONES POR ZONAS CLIMÁTICAS, 2000-2017	23

1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los recursos naturales son los bienes o servicios que proporciona la naturaleza, que no han sido generados por el hombre. Anteriormente, la sociedad no se había preocupado de su agotamiento debido a su rápida regeneración. Sin embargo, a partir de los años setenta empezó a tomar una gran importancia, principalmente por la crisis del petróleo. En este sentido, el conocido informe titulado "*Los Límites del Crecimiento*" afirmaba ya en 1972 que "*si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años*" (Meadows Dennis, Meadows Donella y Randers, 1972).

Con este informe, Meadows simuló 12 escenarios, entre los que evitar la catástrofe solo era posible en 4. Actualmente, a finales del 2020 se cumplen las previsiones de este informe, esto es, se extrae un 20% más de lo que se puede regenerar, debido al crecimiento de la población y a la utilización de cada vez más recursos por habitante (Roquet, 2020). Por ello, es muy interesante conocer cuál es el impacto de los recursos naturales en la economía, para así contemplar si este agotamiento acarrearía grandes consecuencias económicas.

Si se analizan algunos estudios empíricos sobre la relación entre recursos naturales y crecimiento económico, Havranek y Horvath (2020) obtienen que alrededor del 40% de los trabajos detectan un efecto negativo de los recursos naturales sobre el crecimiento, otro 40% no encuentra ningún impacto y un 20% muestra una relación positiva. Es curioso observar que la abundancia de recursos naturales puede conllevar un crecimiento económico negativo, lo que comúnmente se denomina la "maldición de los recursos naturales", concepto que se empezó a popularizar a través del artículo "*The curse of natural resources*" por Sachs y Warner (2001). En este trabajo también encuentra que los países con una gran riqueza en recursos naturales tienden a crecer más lentamente que los países con escasos recursos.

El agua es uno de los recursos naturales más importantes del planeta, es vital para el mundo, no solo porque es necesaria para nuestro cuerpo y para el medio natural, sino también, por su uso en numerosas industrias y sectores. Con el claro crecimiento de la población y el cada vez más presente cambio climático, las precipitaciones son de forma

creciente más variables e inciertas. Mientras que en poblaciones en donde el agua es muy abundante una poca diferencia de la misma no tiene importancia, en las áreas muy secas, puede ser un gran condicionante para la sociedad, en cuanto al desarrollo económico y a los ecosistemas (Damania et al., 2017). En este sentido, un estudio del Banco Mundial afirmaba que *“la escasez de agua, agravada por el cambio climático, podría costar a algunas regiones hasta un 6% de su PIB, estimular la migración y provocar conflictos”* (World Bank, 2016). Es, por lo tanto, de gran importancia conocer la dependencia sobre el agua de los países, ya que, en un futuro no muy lejano, la escasez de agua será una realidad alrededor de la cual aflorarán una gran cantidad de problemas de índole económica, social, ambiental e institucional. Así, dada la relevancia de los recursos hídricos, este estudio tiene como objetivo principal analizar la relación entre las precipitaciones y la economía a nivel regional. Sin un mejor conocimiento y comprensión de estos temas, puede haber pocos incentivos para que los responsables de la formulación de políticas prioricen un sector donde las necesidades son sustanciales, los costos altos y donde el período de recuperación es largo (Damania, 2020).

El Trabajo Fin de Grado se centra en el caso de estudio de España. Según el informe del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020), la precipitación media anual de España ha experimentado un moderado descenso en los últimos 50 años, a lo que se añade una demanda cada vez mayor como consecuencia del aumento de las temperaturas. España se encuentra en el puesto 28 del ranking mundial de estrés hídrico (Williem, Paul y Leach, 2019) y el acceso al agua constituye uno de los problemas territoriales más importantes, siendo el más crítico en relación con otros recursos naturales del país (Instituto Geográfico Nacional, 2021). Los recursos hídricos disponibles muestran enormes diferencias, debidas a la diversidad climática de su territorio (PricewaterhouseCoopers, 2019). En este contexto, este estudio permitirá dar una mayor visibilidad a la importancia del agua en España y a sus divergencias regionales. Si no se actúa en la actualidad, en 2030 el 65% de la población española sufrirá las consecuencias del estrés hídrico (Ugarte, 2009). Resulta, por lo tanto, de vital importancia que los problemas derivados de la desigual disponibilidad de agua y el estrés hídrico se den a conocer para concienciar a la población, así como para incentivar a los investigadores a estudiar estos temas.

Si bien es cierto que hay numerosos artículos sobre la relación entre el crecimiento económico y las precipitaciones (Barrios, Strobl y Berteli, 2010, Brown et al., 2013, El

Khanji, Souha y Hudson, 2016, Sadoff et al., 2016, Damania, 2020), parecen existir diferencias entre aquellos con carácter microeconómico y macroeconómico. Por un lado, los primeros han encontrado relación tanto con la agricultura como con la salud humana (Damania, 2020). Por otro lado, la mayoría de los estudios macroeconómicos no obtienen resultados significativos. Así como el crecimiento económico sigue una tendencia clara, las precipitaciones tienen una gran variabilidad y cuentan con un futuro impredecible con fuertes divergencias a nivel regional. Son varios los trabajos que han investigado sobre la relación entre el crecimiento económico de un país y las precipitaciones a nivel global. Así, Burke, Hsiang y Miguel (2015) y Dell, Benjamin, F. y Benjamin, A. (2012), evaluaron esta relación usando como variable explicativa el nivel de precipitaciones, y utilizando datos del tipo corte transversal. En ninguno de los casos se obtuvieron resultados significativos. Sin embargo, Sadoff et al. (2015) obtuvo evidencias de fuerte relación en economías donde más se depende de la agricultura.

Damania, Desbureaux y Zuberi (2019), en su artículo "*The economics of water scarcity and variability*", da una explicación a esta no significatividad de resultados generalizada. Ello se debería al problema conocido como de la unidad de área modificable, donde el promedio en grandes áreas obtiene una gran variabilidad (Damania et al., 2019). Es decir, si en el análisis tomas una región muy amplia, puede que haya zonas con sequía y otras con excesos de agua que, en promedio, hagan que los resultados no sean significativos. Para evitar este error, Damania et al. (2019) realiza el análisis con desagregación espacial, y se encuentra con que las precipitaciones tienen un impacto significativo en los países en desarrollo, y no significativo en los países desarrollados. También observa que la agricultura es un factor dominante para la significatividad de las precipitaciones. Damania et al. (2019) utiliza datos mensuales de la producción subnacional a nivel global entre 1990 y 2014. En su modelo econométrico, incluye el PIB como variable endógena y las precipitaciones y temperaturas como variables exógenas, entre otras.

Además, Damania et al. (2019) explica que las correlaciones proporcionan información causal limitada, y no pueden distinguir los efectos de la lluvia de otros factores que podrían estar correlacionados con ella, como puede ser, por ejemplo, el hecho de que los primeros asentamientos humanos se establecieron en áreas con mejores accesos al agua, y que aquí es donde finalmente surgieron las grandes ciudades. Entonces, estas correlaciones entre la lluvia y el crecimiento reflejarían el camino del desarrollo y la urbanización, en lugar del aprovechamiento de agua.

Como se ha podido observar, el análisis a nivel regional permite incluir la variabilidad climática de las regiones, lo cual es muy importante para el estudio de la influencia del nivel de precipitaciones en la renta. Por ello, el análisis siguiente se va a realizar en España a nivel regional, intentando evitar, en la medida de lo posible, el problema de la unidad de área modificable, y tratando de obtener los resultados más consistentes posibles. Así, este estudio se va a realizar con datos de panel, tratando de capturar la heterogeneidad regional mediante el uso de datos desagregados geográficamente. El análisis se centrará en las provincias españolas durante el periodo del 2000 al 2017.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: En el apartado 2 se exponen los métodos y datos que se han usado en el estudio. En el apartado 3 se realiza el análisis de los datos, evaluando la relación entre las precipitaciones y el valor añadido regional. Para ello se considera España en su conjunto, así como sus diferentes áreas climáticas. En una primera sección se evalúa la relación de forma descriptiva, para pasar a analizarla econométricamente en el apartado 3.2. Finalmente, en el apartado 4 se obtienen las principales conclusiones del estudio.

2. METODOLOGÍA Y DATOS

En este trabajo se utilizan series de datos que abarcan desde 2000 a 2017, contando, por lo tanto, con 18 observaciones anuales. Las variables estudiadas son principalmente el VAB (valor añadido bruto) total de la economía española, el VAB de la agricultura y las precipitaciones. Mientras que los datos de VAB y VAB agrario se han tomado del Instituto Nacional de Estadística de España (INE, 2021), la información sobre precipitaciones se ha calculado a partir de la información de Matsuura et al. (2020). Dichas variables, con desagregación a nivel provincial, están expresadas de la siguiente manera:

- VAB: Valor añadido bruto total anual a precios corrientes en miles de euros.
- VAB agricultura: Valor añadido bruto de la agricultura anual a precios corrientes en miles de euros.
- Precipitaciones: Precipitaciones anuales en milímetros (mm).

El VAB, es una magnitud económica que mide la producción total de los productos y servicios, donde no están incluidos los impuestos indirectos y los insumos necesarios para dicha producción. Como el VAB y el VAB de la agricultura van a ser representados en el tiempo (ver Gráfico 1 y Gráfico 2), es necesario eliminar el efecto del crecimiento de los precios para tener una clara percepción de cuanto crece realmente la producción. Para ello, los datos se han expresado a precios constantes a través del deflactor extraído de la base de datos World Development Indicators (WDI) del Banco Mundial (2021). Así, mediante este deflactor se han obtenido el VAB y el VAB agricultura a precios constantes.

Para cada variable dependiente (VAB total y VAB agrario), a la que llamaremos Y_{it} , estimaremos las tres especificaciones que se muestran a continuación:

Modelo 1:

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(\text{Precip}_{it}) + \mu_{it}$$

Modelo 2:

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(\text{Precip}_{it}) + \delta_i + \mu_{it}$$

Modelo 3:

$$\text{Log}(Y_{it}) = \alpha + \beta \text{Log}(\text{Precip}_{it}) + \delta_i + \gamma_t + \mu_{it}$$

El modelo 1 se estima por mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En el modelo 2 se introducen variables ficticias provinciales (δ_i), que considerarían las características fijas de cada región que no cambian durante los años (por ejemplo: la latitud de las regiones, la rugosidad del terreno, etc.). En el modelo 3, además de las dummies provinciales (δ_i), se añaden efectos fijos en el tiempo (γ_t), es decir variables dicotómicas que son iguales en todas las provincias pero que cambian en el tiempo (un ejemplo de esto sería la aplicación de una legislación nacional que afectase a todas las regiones por igual o un cambio tecnológico común).

Todos los modelos se han estimado utilizando desviaciones estándares robustas para evitar los problemas de heteroscedasticidad, normalidad o autocorrelación. De esta manera, se puede llevar a cabo inferencia estadística o contrastes de hipótesis. Al ser los modelos doblemente logarítmicos, los parámetros estimados (β) se pueden interpretar como una elasticidad. Es decir, la variación porcentual que se produce en el VAB agrario o el VAB ante una variación del 1% de las precipitaciones.

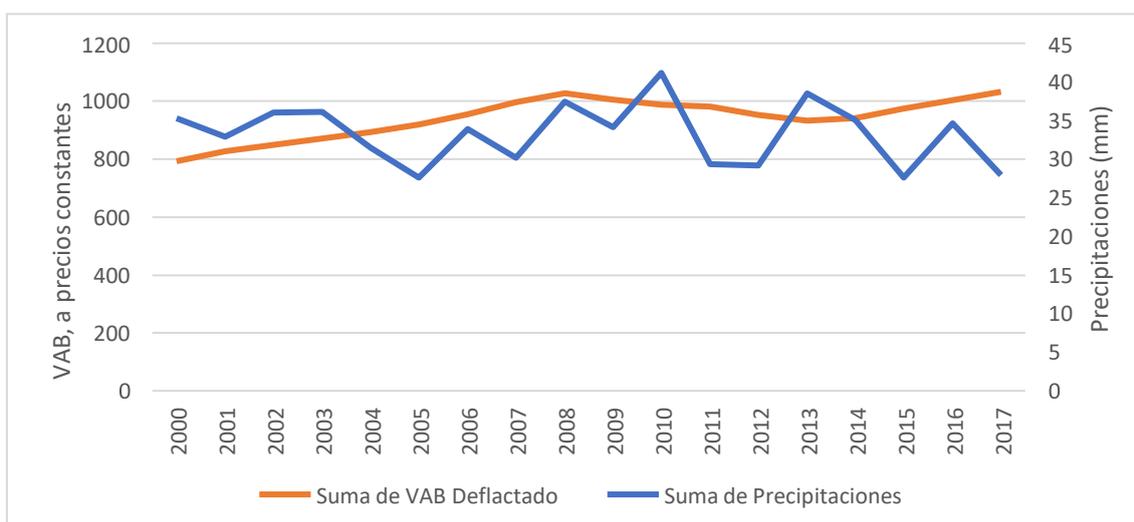
3. RESULTADOS

3.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS: PATRONES Y TENDENCIAS

En esta sección vamos a analizar las principales tendencias y patrones regionales observados en las variables objeto de estudio: VAB, VAB de la agricultura y precipitaciones. En primer lugar, se realiza un análisis de los datos para establecer los aspectos relevantes que puedan ser de utilidad para el posterior análisis econométrico.

Con los datos obtenidos de INE (2020), vamos a analizar las tendencias que sigue el VAB, VAB agricultura y las precipitaciones en España.

Gráfico 1: Evolución del VAB y las precipitaciones (2000-2017) en España

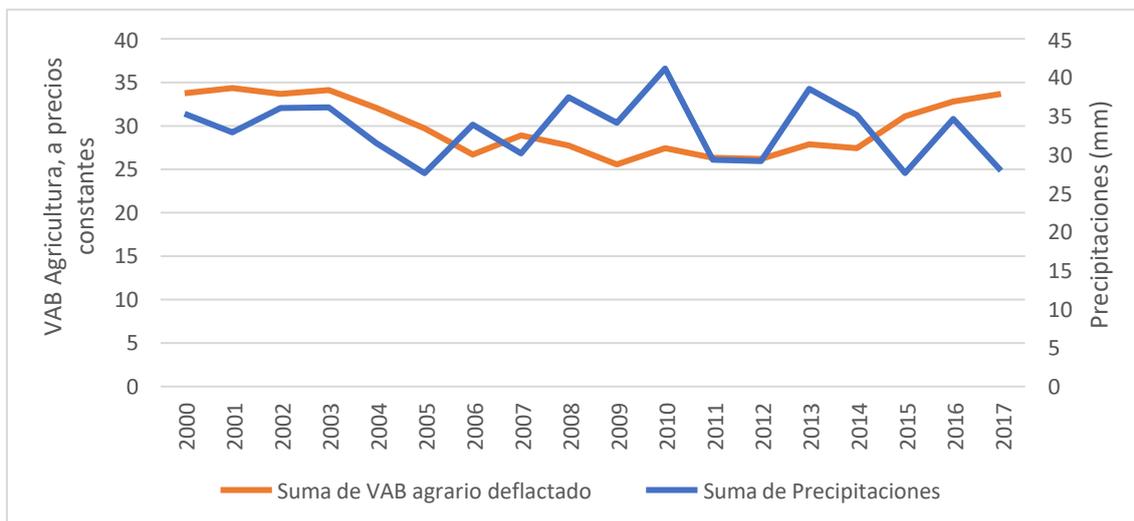


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Como puede observarse en el Gráfico 1, el VAB a precios constantes sigue una tendencia ascendente clara en España, con una tasa de crecimiento media de 1.66% entre 2000 y 2017. Se pueden observar 3 subperiodos. El primero iría desde el año 2000 hasta 2008, donde se produce un crecimiento medio anual de 3.78%, con un pico en 2008. La segunda etapa se produce desde el 2008, con un descenso del 1.74% hasta 2014. Posteriormente, desde 2014 vuelve a ascender hasta 2017, aumentando al 4.73% anual. En general, todas las regiones siguen la misma tendencia que se observa en el VAB a nivel nacional. El análisis de los datos por Comunidades Autónomas muestra alguna diferencia en Cataluña y Madrid, donde del 2008 al 2014 no se observa apenas un descenso del VAB. También

hay que destacar La Rioja, Asturias, Cantabria y Castilla y León, donde el ascenso desde 2014 es muy pequeño comparado con las demás regiones.

Gráfico 2: Evolución del VAB de la agricultura y las precipitaciones (2000-2017) en España



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

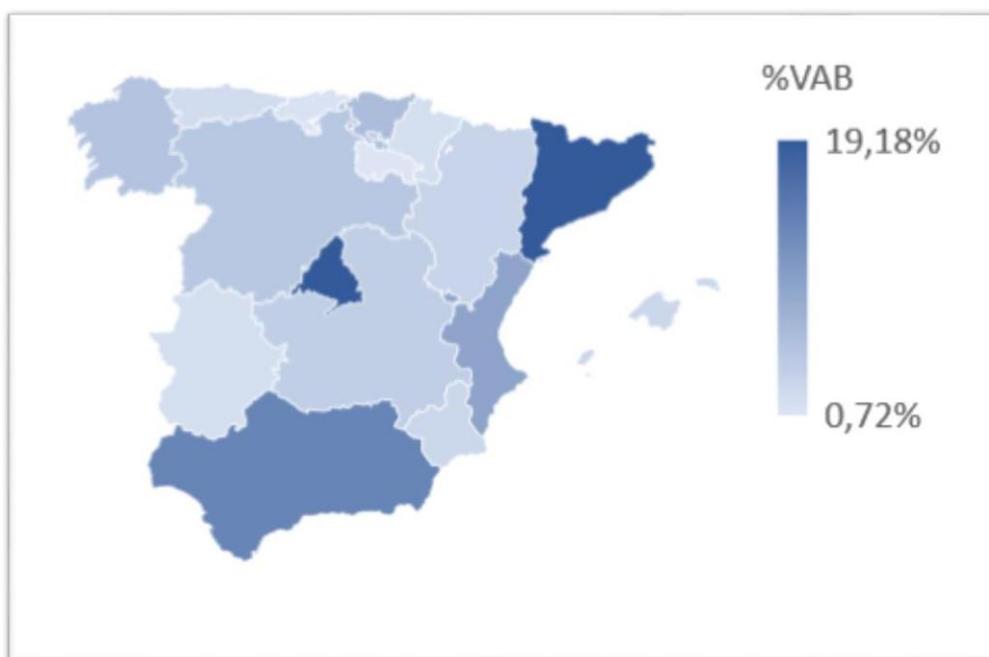
Si pasamos a evaluar el VAB de la agricultura a precios constantes en España (ver Gráfico 2), puede observarse que se mantiene bastante estable durante el periodo 2000 a 2017, con una tasa anual media de 1.99%. En este caso, pueden encontrarse dos subperiodos. Desde el 2000 desciende hasta 2009 a una tasa media de 3.41%, y posteriormente se mantiene constante, pudiéndose apreciar una subida interrumpida a partir de 2012 hasta 2017, al 6.57%. En el año 2017 el VAB de la agricultura en España alcanza su valor máximo, en niveles cercanos del año 2000. No se puede decir lo mismo de algunas comunidades como es el caso de Aragón y La Rioja, donde el VAB de la agricultura descendió en 2015, y en Cantabria y Madrid, regiones en las que desde el 2000 no ha parado de disminuir. También pueden encontrarse regiones con ascensos en el VAB de la agricultura, como es el caso de Galicia y Navarra, donde desde el 2000 ha estado creciendo.

En cuanto a las precipitaciones en España, son muy variables a lo largo de los años, pero siempre se encuentran entre los 25 milímetros (mm) y 45 milímetros (mm) (ver Gráfico 1 y Gráfico 2). Además, a grandes rasgos, se puede observar que los años con mayores precipitaciones en España son 2010 y 2013. Por el contrario, como años más secos destacan 2005 y 2015. Sin embargo, hay provincias que no siguen la tendencia observada

a nivel nacional. Un claro ejemplo son las Islas Canarias, donde los años más secos fueron el 2003 y 2001, y donde se muestran unas precipitaciones, en general, más bajas que las demás provincias. Por otra parte, en las Islas Baleares, las precipitaciones más altas se observan en 2002, mientras que en los años posteriores se mantienen constantes. La Comunidad Valenciana muestra unas precipitaciones constantes a lo largo de los años, y solo se puede observar un pico en 2006, por lo que no comparte los picos a nivel nacional en 2010 y 2014. Por último, la región de Murcia también presenta una excepción, en 2013 presentó unas precipitaciones bajas comparadas con la media de España.

Una vez analizadas las tendencias de las variables objeto de estudio, esto es, VAB, VAB agrario y precipitaciones, a continuación, se evalúa la distribución del valor añadido y las precipitaciones por Comunidades Autónomas.

Gráfico 3: Distribución del VAB por CCAA en España en 2017



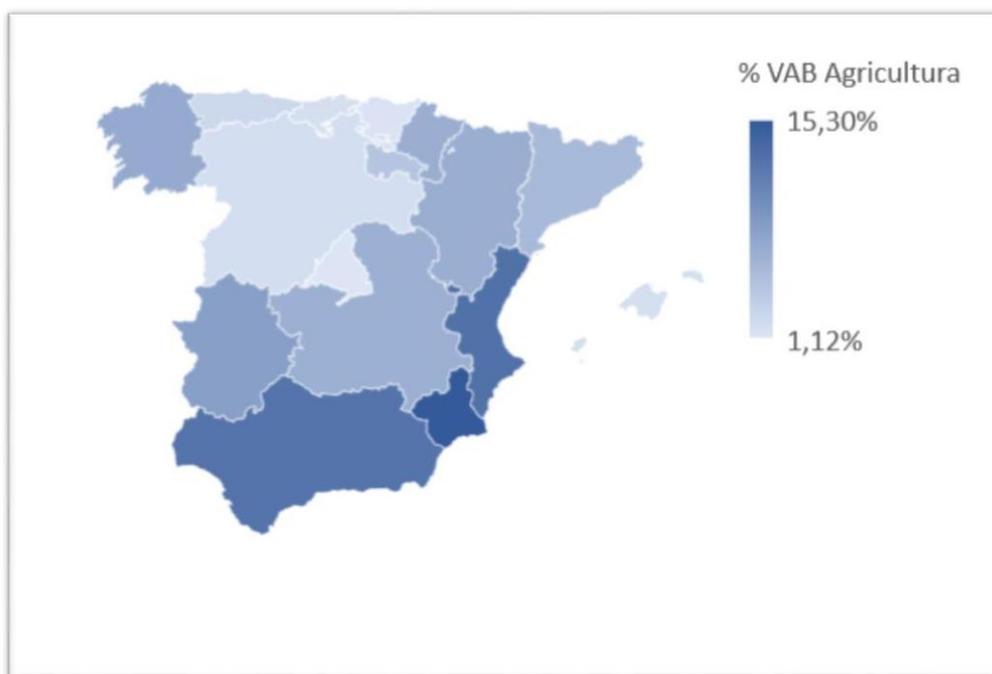
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2020)¹

Como se observa en el Gráfico 3, el VAB se encuentra principalmente concentrado en Madrid y Cataluña, con un 19.18% y 19.13%, respectivamente. Seguido de ellas se encuentran la Comunidad Valenciana, Andalucía y el País Vasco, con cifras cercanas a 12%, 10% y 7%, respectivamente. Sin embargo, las CCAA que menor porcentaje de VAB

¹ Canarias no se ha incluido en el mapa, pero sí ha sido incluido en el estudio.

poseen son La Rioja con un 0.72% del VAB total, así como Navarra con un 1.69%. Nótese que en este gráfico se representan los valores absolutos del VAB, de ahí que estas últimas regiones de pequeña escala tengan un peso menor.

Gráfico 4: Distribución del VAB de la agricultura por CCAA en España en 2017



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2020)²

Como se puede observar en el Gráfico 4, el VAB de la agricultura se concentra en la parte sureste de la península. La región de Murcia tiene el mayor porcentaje con un 15,3%, seguida de Andalucía y la Comunidad Valenciana. Por otro lado, la parte con menor representatividad del VAB destinado a la agricultura es el área norte del País, con Cantabria un 1.38% y el País Vasco con 1.38%. Sin embargo, la Comunidad Autónoma que posee un menor peso del VAB agrario es Madrid, con un 1.12%.

En este sentido, podemos ver claros contrastes entre la distribución del VAB total y del VAB agrario (ver Gráfico 3 y Gráfico 4). Mientras Madrid era la región con mayor VAB (19.18%), es la que menos peso del VAB agrario posee (1.12%). Por el contrario, se observan otras regiones como Murcia, que concentra un 1.69% de VAB total, pero, como hemos visto antes, es la región con mayor porcentaje de VAB agrario (15.3%). Y, por

² Canarias no se ha incluido en el mapa, pero sí ha sido incluido en el estudio.

último, también se pueden observar otras regiones, como Cantabria, País Vasco y Asturias, donde ambos indicadores se mantienen en cuotas parecidas.

Gráfico 5: Distribución de las precipitaciones por CCAA en España en 2017



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Matsuura et al. (2020)³

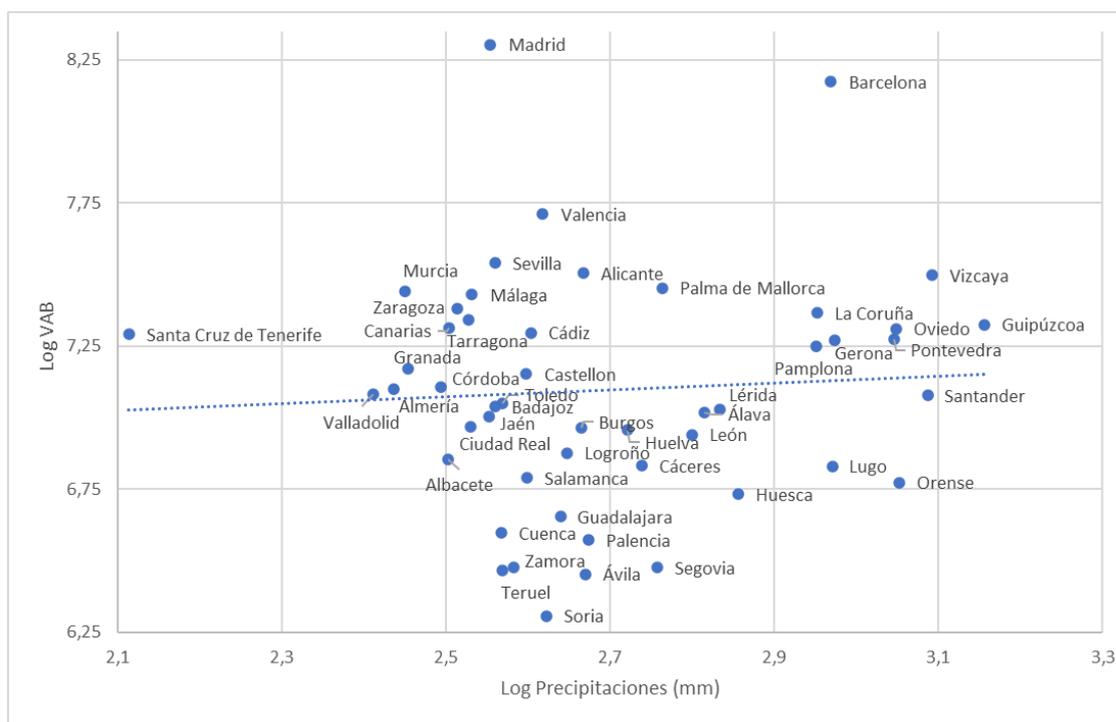
Si pasamos a analizar las precipitaciones a nivel regional, podemos ver como las más abundantes se sitúan en la parte norte de España (Gráfico 5). En concreto, Cantabria es la zona con mayor cuota de precipitaciones en el año 2017 (11.63%), seguida de Asturias con un 10.66%. Sin embargo, las zonas más secas se concentran en el sureste de España. Murcia y Canarias suponen un 2.68% y 2.14% del total de las precipitaciones acumuladas, respectivamente, siendo esta última la provincia española donde menos precipitaciones ocurrieron en 2017. Si lo comparamos con los anteriores gráficos (Gráfico 3 y Gráfico 4), se puede observar que regiones como Asturias, Cantabria y País Vasco, con bajos porcentajes de VAB y de VAB agrario, poseen los mayores porcentajes de precipitaciones en España. Sin embargo, otras áreas como Andalucía y Murcia, dos de las provincias con mayor peso del VAB agrario, poseen escasas precipitaciones. Por lo tanto, a grandes rasgos se puede observar que las comunidades más húmedas (norte) son las que menos VAB de la agricultura tienen. Sin embargo, las provincias con menos precipitaciones, la parte sur de la península, son las que mayor VAB agrario poseen. Un claro ejemplo es

³ Canarias no se ha incluido en el mapa, pero si ha sido incluido en el estudio.

Murcia, que tiene las menores precipitaciones acumuladas del país y el mayor porcentaje del VAB agrario a nivel nacional.

Una vez evaluadas las principales tendencias y la distribución regional de las magnitudes de interés, se van a analizar las relaciones del VAB y VAB agrario con las precipitaciones provinciales, tratando establecer grupos o patrones más específicos entre las diferentes provincias españolas.

Gráfico 6: Relación entre VAB y precipitaciones de las provincias españolas, año 2017

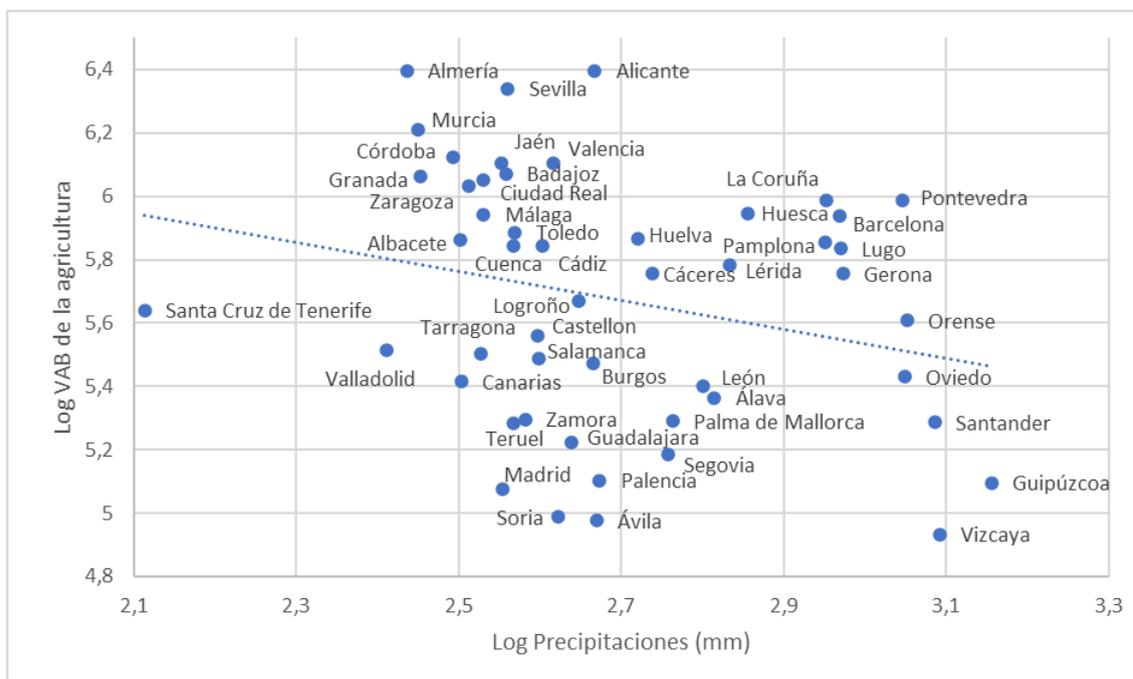


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

En el gráfico de dispersión anterior (Gráfico 6), podemos ver cómo se agrupan ciertas provincias según su relación sobre las precipitaciones y el VAB. A simple vista, a través de la línea de tendencia, podemos observar que, *ceteris paribus*, a más precipitaciones, mayor VAB. La nube de puntos anterior nos mostraría diversos grupos de provincias en función de la relación entre el VAB y las precipitaciones regionales. Por un lado, tenemos el grupo con bajas precipitaciones y bajo VAB. Las provincias que se sitúan en este conglomerado están en la parte baja izquierda del gráfico y son, por ejemplo, Soria, Cuenca, Ávila, Segovia y Guadalajara. Por otro lado, tenemos el grupo que posee precipitaciones bajas, pero con un VAB alto. Hay que destacar a Madrid, Barcelona y

Valencia, las cuales se encuentran muy arriba del gráfico, ya que su VAB se sitúa muy por encima de las demás provincias españolas. Ello indica que estas provincias, no se comportan de manera similar a las demás. En este mismo clúster, pero con un VAB menor y siendo más parecidas entre ellas, tenemos provincias como Sevilla, Alicante, Mallorca, Málaga, Murcia y Zaragoza. También se puede observar a otro grupo, que posee bajo VAB y altas precipitaciones, donde se encuentran regiones del norte como Lugo, Ourense y Santander. Por último, se pueden distinguir las provincias con mayores precipitaciones y mayor VAB, donde se incluirían Guipúzcoa, Pontevedra, La Coruña, Oviedo y Vizcaya, todas ellas del norte de España.

Gráfico 7: Relación entre VAB agrario y precipitaciones de las provincias españolas, año 2017



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Si pasamos a analizar la relación anterior con el VAB de la agricultura (Gráfico 7), se puede observar, una relación claramente decreciente, lo que nos indica que, *ceteris paribus*, a más precipitaciones, se obtiene un menor VAB de la agricultura. Como en el gráfico anterior, podemos diferenciar varios grupos. Primero, se observa un grupo con precipitaciones bajas y VAB agricultura reducido. En este nos encontramos un subgrupo de provincias como Madrid, Guadalajara, Salamanca, Canarias y Soria. Por otro lado, habría otro subgrupo con un VAB agrario superior y bajas precipitaciones, con provincias como Zaragoza, Valencia, Jaén y Málaga. Dentro del grupo con bajas precipitaciones y

alto VAB agrario, destacan las provincias de Murcia, Almería, Alicante y Sevilla, todas pertenecientes al sur y este de España. Por último, también cabe resaltar al grupo con mayores precipitaciones y un VAB agrario muy reducido, donde se siguen encontrando las provincias del Norte, como son Vizcaya, Ourense, Santander, Oviedo y Pontevedra.

3.2 ANÁLISIS ECONOMETRICO DE LA RELACIÓN ENTRE EL VAB Y EL VAB AGRARIO CON LAS PRECIPITACIONES.

A continuación, a través de un análisis econométrico se va a evaluar la relación entre el VAB y el VAB agrario con las precipitaciones. En primer lugar, nos centraremos en el VAB de todos los sectores de la economía española (ver Tabla 1).

Tabla 1: Estimación de la relación entre VAB total y precipitaciones, 2000-2017

	(1)	(2)	(3)
CONSTANTE	16.1771*** (1.20696)	16.3698*** (0.0768648)	16.0724 *** (0.0344963)
Log (precipitaciones)	0.0118942 (0.183990)	-0.0182457 (0.0120193)	0.00369092 (0.00549178)
Observaciones	900	900	900
R2 ajustado	0.000034	0.992937	0.998810
Efecto fijo por provincia	NO	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	NO	NO	SÍ

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. *** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

Al estimar el modelo econométrico en Gretl, primero se ha estimado el modelo por MCO. Con la primera estimación (1) de la Tabla 1 se obtiene que la elasticidad VAB-precipitaciones es 0.0118. Es decir, que al aumentar las precipitaciones en un 1%, el VAB total aumentaría en un 0.01%. Sin embargo, el resultado obtenido no es significativo,

además, el modelo posee un R2 corregido muy bajo, lo que nos indica que el modelo no es muy explicativo.

En la siguiente estimación (2) se incluyen efectos fijos por provincias. En esta estimación, los resultados siguen sin ser significativos. Sin embargo, como podemos observar en la Tabla 1, la elasticidad estimada es negativa, es decir, a más precipitaciones regionales, menos VAB. Esto podría indicar que el anterior resultado (1) de la Tabla 1 estaría incluyendo otras características específicas de las regiones que no sólo vienen dadas por sus precipitaciones. Para comprobar si incluir los efectos fijos por provincias es adecuado realizamos el contraste de diferentes intercepto por grupos:

- Hipótesis nula: Los grupos tienen un intercepto común.
- Hipótesis alternativa: Los grupos no tienen un intercepto común.

El estadístico de contraste Welch F (49, 294.9) toma valor 2847.98 y nos da un valor $p = 0$. Como este último es menor al nivel de significatividad del 5%, podemos decir que no se acepta la hipótesis nula al 5%, por lo que los efectos fijos por provincias son significativos en el modelo.

A continuación, estimamos el modelo (3), donde además de incluir efectos fijos, se incluyen variables ficticias temporales. La variable precipitaciones sigue sin salir significativa, y de nuevo, volvemos a obtener una elasticidad positiva como en el modelo (1). Este modelo es el más explicativo, ya que como se observa en la Tabla 1, el R2 ajustado es el superior de los tres modelos. También se obtiene que los efectos fijos temporales siguen siendo significativos individualmente, y a través del contraste conjunto de Wald se va a analizar si los efectos temporales son significativos conjuntamente.

- Hipótesis nula: Sin efectos temporales
- Hipótesis alternativa: Con efectos temporales

En este caso, el estadístico de contraste asintótico Chi-cuadrado (17) toma valor 3385. Como el valor p es menor del 5%, no se acepta la hipótesis nula al 5%, por lo que los efectos temporales son significativos en este modelo. En conclusión, en este caso el modelo que mejor se ajusta es el (3). En los dos contrastes nos ha indicado que ambos efectos fijos son significativos, además de poseer el R2 mayor. Sin embargo, la variable explicativa no es significativa en ninguno de los dos modelos, y muestra cambios de signo en función de la especificación presentada. Ello nos indicaría que a nivel regional el VAB

y las precipitaciones no están relacionadas y que, en caso de que existiese, esa relación no es robusta.

Tabla 2: Estimación de la relación entre VAB agrario y precipitaciones, 2000-2017

	(1)	(2)	(3)
CONSTANTE	15.1695***	13.1818***	13.7143***
	(1.28642)	(0.259998)	(0.322878)
Log (precipitaciones)	-0.328887	-0.0180788	-0.0712414
	(0.199214)	(0.0406558)	(0.0476270)
Observaciones	900	900	900
R2 ajustado	0.041911	0.908066	0.936938
Efecto fijo por provincia	NO	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	NO	NO	SÍ

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. *** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

A continuación, pasamos a analizar la relación entre las precipitaciones y el VAB agrario. Para ello, hemos seguido el mismo procedimiento que en el caso anterior.

Al estimar el modelo econométrico en Gretl (ver Tabla 2) con la primera estimación (1) se obtiene que la elasticidad VAB-precipitaciones es -0.3288. Es decir, al aumentar las precipitaciones un 1%, el VAB agrario disminuye un 0.33%. Sin embargo, el resultado obtenido no es significativo.

La siguiente estimación (2), donde se incluyen efectos fijos por provincias, sigue mostrando una elasticidad negativa, aunque en este caso es mucho más reducida. Además, la estimación sigue sin ser significativa. Sin embargo, este modelo, está explicado en un 90.8% por las variables introducidas, mejor que el modelo (1) cuyo R2 ajustado era del 4.1%. Además, los efectos regionales son significativos conjuntamente, debido a que el contraste F (Welch $F(49, 294.8) = 223.439$ con valor $p = P(F(49, 294.8) > 2847.98) =$

1.91797e-205) no acepta la hipótesis nula al 5%, por lo que los grupos no tiene un intercepto común.

A continuación, estimamos el modelo (3), donde se han incluido efectos fijos y variables ficticias temporales. La variable de las precipitaciones sigue sin salir significativa y volvemos a obtener una elasticidad negativa como en los modelos anteriores. Este modelo es el más explicativo, ya que como se observa en la Tabla 2, el R2 es el mayor de los tres con un 93.69%. Por otra parte, a través del contraste conjunto de Wald sobre las variables ficticias temporales (Chi-cuadrado (17) = 238.67 con valor p = 1.53014e-209) concluimos que no se acepta la hipótesis nula al 5%, por lo que los efectos temporales son significativos.

En conclusión, el modelo preferido es el (3), ya que en los dos contrastes nos ha indicado que ambos efectos fijos son significativos conjuntamente, además de poseer el R2 ajustado mayor. Adicionalmente, se puede concluir que la relación negativa entre el VAB agrario y las precipitaciones es robusta, aunque los resultados no son significativos. Esto mostraría que el VAB agrario es superior en las zonas más áridas del país.

Tabla 3: División de regiones según grupos climáticos

Norte	La Coruña, Gipuzkoa, Lugo, Ourense, Pontevedra, Asturias, Santander y Vizcaya
Interior	Álava, Albacete, Ávila, Badajoz, Burgos, Cáceres, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara, Huesca, León, Lleida, Madrid, Navarra, Palencia, Rioja, Salamanca, Segovia, Soria, Teruel, Toledo, Valladolid, Zamora y Zaragoza.
Mediterráneo	Alicante, Barcelona, Baleares, Castellón, Girona, Murcia, Tarragona y Valencia.
Andalucía	Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla.

Fuente: Elaboración propia a través de datos de Simpson (1995)⁴

Vista la poca significatividad de los resultados, se va a evaluar el efecto diferencial de las precipitaciones en el VAB y VAB agrario por zonas climáticas en España. Para

⁴ Canarias no incluido en el estudio

diferenciar estas zonas climáticas, nos hemos basado en la división realizada por Simpson (1995), la cual se resume en la Tabla 3.

A continuación, se va a proceder al análisis econométrico de las 4 divisiones anteriores. En este caso solo se va a analizar el modelo con efectos fijos y variables (modelo (3) en la Tabla 1 y Tabla 2) ya que era el preferido según los contrastes de significatividad conjunta.

Tabla 4: Estimación de la relación entre VAB y precipitaciones por zonas climáticas, 2000-2017

	Norte	Interior	Mediterráneo	Andalucía
CONSTANTE	16.7493**	15.4400***	16.8314 ***	16.2507***
	(0.148009)	(0.072436)	(0.066508)	(0.095359)
Log(precipitaciones)	-0.06113**	0.028102**	-0.0075784	0.0104646
	(0.0209723)	(0.011896)	(0.012294)	(0.0170219)
Observaciones	144	432	144	144
R2 ajustado	0.998556	0.998614	0.999269	0.996338
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. *** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

En la Tabla 4, se observa la estimación obtenida de las zonas climáticas, siendo la variable endógena el VAB. Es muy interesante observar que, tanto en el Norte como en el Interior, los resultados son significativos al 5%. Sin embargo, los resultados son muy distintos por áreas climáticas. Mientras que en el Norte al aumentar las precipitaciones un 1%, el VAB disminuye un 0.06%, en el Interior al aumentar las precipitaciones un 1%, el VAB aumenta un 0.028%. Es decir, que se podría decir que en el Norte las precipitaciones poseen un impacto negativo sobre el VAB, mientras que en el Interior generarían un impacto positivo. También se puede observar que, aunque no tengan un efecto

significativo, en el Mediterráneo las precipitaciones se comportan como en el Norte, es decir tienen un impacto negativo. Ocurre lo contrario en Andalucía, donde el patrón es similar al del Interior al tener un resultado positivo. También hay que añadir que todos los modelos poseen un R2 muy elevado, lo que nos indica que el modelo estaría adecuadamente explicado. En este caso, dar una explicación razonada al patrón encontrado no es sencillo. Hemos de tener en cuenta que el VAB incluye el valor añadido generado por todos los sectores de la economía, los cuales pueden tener relaciones opuestas con el nivel de precipitaciones. Ello podría no permitirnos observar el efecto real en cada uno de los sectores productivos.

Tabla 5: Estimación de la relación entre VAB agrario y precipitaciones por zonas climáticas, 2000-2017

	(Norte)	(Interior)	(Mediterráneo)	(Andalucía)
CONSTANTE	20.1498*** (1.22738)	12.2636*** (0.524251)	13.4207 *** (0.555807)	14.0778*** (0.679131)
Log(precipitaciones)	-0.9604*** (0.161333)	0.130983 (0.081065)	-0.0024931 (0.082958)	-0.0512724 (0.106423)
Observaciones	144	432	144	144
R2 ajustado	0.928184	0.928291	0.954509	0.892240
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo temporal	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INE (2020) y Matsuura et al. (2020)

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. *** significativo al 1%, ** significativo al 5%, * significativo al 10%.

Para terminar, en la Tabla 5, se observa el modelo (3) por zonas climáticas evaluando la relación entre el VAB agrario y las precipitaciones. Como se puede observar, nos encontramos ante tres zonas, Norte, Mediterráneo y Andalucía en las que un aumento de las precipitaciones tiene un impacto negativo en el VAB agrario. Tan solo en el Interior encontraríamos un impacto positivo. Es muy interesante observar que, en el Norte, al aumentar un 1% las precipitaciones el VAB agrario disminuye un 0.96%, siendo la zona

a la que más negativamente afectan las precipitaciones. Además, se obtiene un resultado significativo al 1%. En este caso, los R2 siguen siendo elevados, aunque no tan elevados como en las estimaciones de la Tabla 4.

En este caso, sí que podría darse una explicación bastante aproximada a la relación del nivel de precipitaciones con el VAB. En concreto, la especialización productiva agraria de cada una de las zonas puede dar alguna idea de los resultados obtenidos en los modelos. El Norte se centra en la ganadería, donde obtienen sobre todo lácteos. También se caracteriza por un alto aprovechamiento forestal. Sin embargo, sus extensiones de cultivo son muy escasas y la mayoría se tratan de secano para el autoconsumo. En el interior, se alternan secanos extensivos y regadíos mixtos, siendo más habitual el secano en las zonas de la ribera del Duero, y el regadío en el Valle del Ebro. En las zonas del Mediterráneo y Andalucía, su agricultura se centra en el regadío intensivo, aunque también cuentan con algunas zonas de secano, por ejemplo, en Jaén y en Córdoba. (Instituto Geográfico Nacional, 2021) Las zonas de secano son las tierras que no tienen riego y solo participa el agua de la lluvia, mientras que las zonas de regadío son terrenos dedicados a cultivos que se fertilizan con riego (Real Academia Española, 2021).

Teniendo en cuenta los diferentes paisajes agrarios, el Interior, al ser la zona con más terreno de secano, es a grandes rasgos, la que más depende de las precipitaciones. Esto es confirmado con el modelo econométrico obtenido anteriormente (Tabla 5), donde se ha obtenido que la zona interior es la única que depende positivamente de las precipitaciones. Sin embargo, las zonas del Mediterráneo y Andalucía, que dependen mayoritariamente del regadío, donde no se depende de la lluvia para conseguir alimentos, un exceso de agua de lluvia puede producir anegamiento, que ocasiona exceso de agua y elimina en las plantas los niveles de oxígeno (Sandoval, 2017) lastrando el potencial agrario.

4. CONCLUSIONES

En este Trabajo Fin de Grado se ha evaluado la relación entre las precipitaciones y el VAB total y agrario de las provincias españolas entre 2000 y 2017. Para ello se ha llevado a cabo un análisis descriptivo a nivel regional, que posteriormente ha sido complementado con un análisis econométrico de datos de panel.

Tras finalizar el estudio, se puede concluir que en España existe una relación positiva entre las precipitaciones y el VAB, pero se convierte en negativa si hablamos del VAB de la agricultura. Sin embargo, en términos nacionales, esta relación parece ser no significativa.

Además, a lo largo del estudio se ha podido observar que las precipitaciones sufren una gran variabilidad geográfica, lo que ha ocasionado que se puedan visualizar varios grupos de regiones que se comportan de maneras diferentes. La división de España en 4 áreas climáticas nos ha llevado a resultados interesantes. Estos grupos serían: El Norte, la zona climática donde más abundantes son las lluvias, el Mediterráneo, la zona Interior y, por último, Andalucía, donde las lluvias son más escasas.

Tanto en el Norte como en el Mediterráneo, la elasticidad VAB-precipitaciones obtenida es negativa. Es decir, que ante aumentos de las precipitaciones, el VAB disminuye. Es curioso observar que donde más abundantes son las precipitaciones en España, es donde más afecta negativamente. Sin embargo, el resultado solo es significativo en el caso del Norte. Por el otro lado estarían Andalucía y el Interior, donde se ha obtenido que, ante aumentos de las precipitaciones, el VAB aumenta. Estas son las regiones donde menos precipitaciones se producen. En este caso, solo se han obtenido resultados significativos en el Interior.

En términos del VAB de la agricultura, se ha encontrado que tanto en el Norte, el Mediterráneo y en Andalucía, ante aumentos de las precipitaciones, el VAB agrario disminuye. Sin embargo, en la zona del Interior ocurre lo contrario. Esta relación positiva puede ser debida a que el Interior se trata de la zona que más cultivos de secano posee, siendo estos los que dependen directamente de la lluvia. Solo los resultados del Norte han sido significativos.

En resumen, podríamos concluir que se han obtenido evidencias de que las precipitaciones afectan a la economía de España. Si bien es cierto que se ha podido

observar que en cada zona afecta de manera diferente. Actualmente puede que la escasez de agua pase inadvertida, pero un país como España, con una notable base agraria, debería prepararse para un futuro de crecientes restricciones de recursos hídricos.

Este trabajo podría extenderse o mejorarse estudiando un horizonte temporal a largo plazo, es decir, con mayor número de años incluidos en el estudio. Asimismo, se podrían analizar los patrones actuales, pero con un mayor grado de desagregación espacial, ya que se ha podido observar que, a mayor desagregación, mejor se corrige el problema de la unidad de área modificable. También se podría mejorar la especificación econométrica incluyendo más variables de control al modelo. Podríamos seguir el enfoque de Damania et al. (2019), donde además de incluir las precipitaciones, se incluyen las temperaturas de las áreas estudiadas. Y, por último, se podrían analizar los sectores más influenciados por las precipitaciones, tratando de entender los resultados que nos encontramos respecto al VAB total.

Para finalizar, el trabajo me ha aportado conocimientos sobre la relevancia que tienen los recursos naturales en la economía. También me ha permitido aprender cómo se realiza un trabajo de análisis de datos y aplicar técnicas vistas a lo largo de la carrera. Me gustaría seguir obteniendo conocimientos sobre el medioambiente y la economía en cualquiera de sus ámbitos, dado que, tras la investigación realizada, se muestra que están más relacionados de lo que se conoce comúnmente y no está lo suficientemente investigado. La relación obtenida ha asentado mi opinión sobre el cuidado del medioambiente para mantener una economía más sostenible y me incentiva a seguir aprendiendo y mejorando técnicas para un mayor cuidado del medioambiente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Banco Mundial (WDI). (2021). *España - Deflactor del PIB*. Extraído el 3 de marzo de 2021 desde: <https://www.indexmundi.com/es/datos/espa%C3%B1a/deflactor-del-pib>
- Barrios, S., Strobl, E. y Bertineli, L. (2010) Trends in Rainfall and Economic Growth in Africa: A Neglected Cause of the African Growth Tragedy. *The Review of Economics and Statistics*, 92 350-366 <https://doi.org/10.2307/27867541>
- Brown, R., Baysu, G., Cameron, L., Nigbur, D., Rutland, A., Watters, C., Hossain, R., Letouze, D. y Landau, A. (2013) Acculturation Attitudes and Social Adjustment in British South Asian Children: A Longitudinal Study. *Personality & social psychology bulletin*, 39. <https://doi.org/10.1177/0146167213500149>
- Burke, M., Hsiang, S. y Miguel, E. (2015) Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, 527, 235-239. <https://doi.org/10.1038/nature15725>
- Damania, R (2020). The economics of water scarcity and variability. *Oxford review of economic policy*, 36(1), 24-44. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grz027>
- Damania R., Desbureaux., Hyland M., Islam A., Moore S., Rodella A., Russ J., y Zaveri E. (2017) Uncharted Waters: The New Economics of Water Scarcity and Variability. *Washington, DC: World Bank*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1179-1>
- Damania, R., Desbureaux, S., y Zaveri, E. (2019). Does Rainfall Matter for Economic Growth? *Journal of Environmental Economics and Management*, 102 (1) <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102335>.
- Dell, M., Benjamin, F. y Benjamin, A. (2012). Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century American. *Economic Journal: Macroeconomics*, 4(3) 66–95 <http://dx.doi.org/10.1257/mac.4.3.66>
- El Khanji, Souha y Hudson, J. (2016) Water utilization and water quality in endogenous economic growth. *Environment and Development Economics*, 21(5)626-648. https://EconPapers.repec.org/RePEc:cup:endeec:v:21:y:2016:i:05:p:626-648_00

- Havranek, T. y Horvath, R. (2020). *Recursos naturales y crecimiento económico: la evidencia de la investigación*. Glovaldev. Extraído el 10 de marzo de 2021 desde: <https://www.globaldev.blog/es/blog/recursos-naturales-y-crecimiento-econ%C3%B3mico-la-evidencia-de-la-investigaci%C3%B3>
- Instituto Geográfico Nacional. (2021). *España a Través de los Mapas*. Extraído el 22 de abril del 2021 desde https://www.ign.es/espmap/agua_bach.htm
- Instituto Geográfico Nacional. (2021). *Sistemas y paisajes agrarios*. Extraído el 3 de mayo de 2021 desde https://www.ign.es/espmap/rural_bach.htm
- Instituto Nacional de Estadística (2020). *P.I.B. a precios de mercado y valor añadido bruto a precios básicos por ramas de actividad: Precios corrientes por provincias y periodo*. Extraído el 25 de noviembre del 2020 desde: <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t35/p010/rev19/homoge/10/&file=02001.px&L=0>
- Matsuura, Kenji y National Center for Atmospheric Research Staff (Eds) (2020). *The Climate Data Guide: Global (land) precipitation and temperature*. University of Delaware. Recuperado de <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/global-land-precipitation-and-temperature-willmott-matsuura-university-delaware>.
- Meadows, Dennis y Donella y Randers, J. (1972). *Los límites del crecimiento*. Galaxia Gutenberg.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2020). *El estado del clima en España. El gobierno de España* https://www.miteco.gob.es/es/prensa/200702aemetinformeestadodelclimarev_tc_m30-510261.PDF
- PricewaterhouseCoopers (2019). *La gestión del agua en España. Análisis y retos del ciclo urbano del agua*. España: PricewaterhouseCoopers International Limited
- Real Academia Española (2021). *Diccionario de la lengua española*, 23.^a ed., Versión 23.4 en línea. Extraído el 5 de mayo de 2021 desde <https://dle.rae.es/>
- Roquet, G. (2020, 9 de septiembre). *Los límites del crecimiento, el informe que predijo el colapso medioambiental en 1972*. *El Orden Mundial*. Recuperado de: <https://elordenmundial.com/los-limites-del-crecimiento-informe-colapso-medioambiental-1972/>

- Sachs, J. & Warner, A. (2001). The course of natural resources. *European Economic Review*, 45, 827-838.
https://www.researchgate.net/publication/222791929_The_Curse_of_Natural_Resources
- Sadoff, C., Hall, J., Grey, D., Ait K., Brown, Cox y Dadson, S. (2015). *Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD Task Force on Water Security and Sustainable Growth*.
- Sánchez, M. (2011). ¿Condicionan los recursos naturales el crecimiento económico? *Semestre económico*, 14(28) 117-128.
<http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v14nspe29/v14nspe29a7.pdf>
- Sandoval, M. (2017). Anegamiento: causas, efectos y estrategias de manejo. *INTA Digital*, 38, 20-22. <https://inta.gob.ar/documentos/anegamiento-causas-efectos-y-estrategias-de-manejo>
- Simson, J. (1995). *Spanish Agriculture: the long siesta 1795–1965*. Cambridge: Cambridge University Press (pp. 16-17).
- Ugarte, F. V. (2020, 6 de noviembre). La actividad económica y el agotamiento de los recursos naturales. *El HuffPost*. Recuperado de: https://www.huffingtonpost.es/entry/la-actividad-economica-y-el-agotamiento-de-los-recursos-naturales_es_5f7b7323c5b688b05a594f1c
- World Bank (2016, 3 de mayo). *Climate-Driven Water Scarcity Could Hit Economic Growth by Up to 6 Percent in Some Regions, Says*. Extraído el 25 de marzo desde: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2016/05/03/climate-driven-water-scarcity-could-hit-economic-growth-by-up-to-6-percent-in-some-regions-says-world-bank>
- William H., Paul R. y Leach S. (2019). 17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High-Water Stress. *World Resources Institute*.

Extraído el 20 de abril del 2021 desde: <https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>