

Octubre 2021

WORKING PAPER

EVALUACIÓN EX-POST DEL IMPACTO
ECONÓMICO DE LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN LA
AGRICULTURA ANDALUZA 2005-2008,

Autores: Jaime Espinosa-Tasón y Julio Berbel



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Este trabajo ha sido publicado como capítulo de libro:

Cita: Jaime Espinosa-Tasón y Julio Berbel (2021) "EVALUACIÓN EX-POST DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN LA AGRICULTURA ANDALUZA 2005-2008," en INUNDACIONES Y SEQUÍAS. Análisis Multidisciplinar para Mitigar el Impacto de los Fenómenos Climáticos Extremos. Joaquín Melgarejo, M^a Inmaculada López-Ortiz, Patricia Fernández-Aracil (Editores). Universitat d'Alacant ISBN: 978-84-1302-138-6. Pag 1169-1182



INUNDACIONES Y SEQUÍAS

Análisis Multidisciplinar para Mitigar
el Impacto de los Fenómenos
Climáticos Extremos.

Joaquín Melgarejo Moreno
M^a Inmaculada López Ortiz
Patricia Fernández Aracil

(Editores)

ANÁLISIS METODOLÓGICO DE ESTIMACIÓN DE DAÑOS EN INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS. RIESGO HIDROLÓGICO. EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITACIÓN, Ramón Egea Pérez, Francisco J. Navarro González, Mónica Cortés Molina y Joaquín Melgarejo Moreno	869
INFRAESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO Y DRENAJE PARA ADAPTACIÓN A SUCESOS EXTREMOS DE SEQUÍAS E INUNDACIONES EN LA CUENCA DEL CAMPO DE CARTAGENA-MAR MENOR, José María Gómez Espín, Encarnación Gil Meseguer y Miguel Borja Bernabé Crespo.....	897
BLOQUE III - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA, AMBIENTAL Y JURÍDICA	909
EL SISTEMA ESPAÑOL DE SEGUROS AGRARIOS COMBINADOS ANTE LOS RIESGOS DE SEQUÍA E INUNDACIÓN, Miguel Pérez Cimas, M ^a Carmen Sánchez Morillo-Velarde, Silvia Isabel Crespo Vergara, Gema López Orozco y Almudena Pachá Guerras	911
INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA AFRONTAR LAS SITUACIONES DE ESCASEZ HÍDRICA, Joaquín Melgarejo Moreno, Marcos García López y Borja Montaña	937
LA CONTRIBUCIÓN DE LAS ENTIDADES LOCALES AL PRINCIPIO DE SEGURIDAD HÍDRICA EN LA GESTIÓN DE LAS SEQUÍAS: LOS PLANES DE EMERGENCIA, Estanislao Arana García	961
¿CUMPLE EL PLANEAMIENTO URBANÍSTICO LA NORMATIVA ESPAÑOLA SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS NATURALES?, Jesús Garrido Manrique.....	977
MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA COMPARTIDAS ENTRE DIFERENTES ÁMBITOS DE PLANIFICACIÓN: SINGULARIDAD ADMINISTRATIVA O ENTIDAD HÍDRICA CON CONTINUIDAD HIDROGEOLÓGICA. APLICACIÓN EN LA DIVISORIA JÚCAR-SEGURA, José Manuel Murillo Díaz.....	997
MEDIOS DE COMUNICACIÓN: EL CAMPO DE BATALLA DE LA GUERRA DEL AGUA, Fermín Crespo Rodríguez y Arturo Jiménez Rodríguez.....	1023
EL TRASVASE TAJO-SEGURA, INFRAESTRUCTURA DE CORRECCIÓN DEL DÉFICIT HÍDRICO AGRARIO EN EL SURESTE DE ESPAÑA, Patricia Fernández Aracil y Joaquín Melgarejo Moreno	1047
LA PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA FRENTE A SEQUÍAS E INUNDACIONES, Miguel Ángel Blanes Climent.....	1073
HERRAMIENTAS SOCIALES PARA UNA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO DE INUNDACIÓN, Guadalupe Ortiz, Pablo Aznar-Crespo y Antonio Aledo.....	1095
INSTRUMENTOS JURÍDICOS PARA LA REGULACIÓN DE LA SEQUÍA, Andrés Molina Giménez.....	1115
ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS SEQUÍAS SOBRE LOS CULTIVOS. REGIÓN DE MURCIA, Alberto del Villar García.....	1139
EL CONSUMO ENERGÉTICO DE LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE LA ESCASEZ Y LA ALTERNATIVA DEL AUTOCONSUMO MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS, Marcos García-López, Borja Montano y Joaquín Melgarejo	1159
EVALUACIÓN EX-POST DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN LA AGRICULTURA ANDALUZA 2005-2008, Jaime Espinosa-Tasón y Julio Berbel	1169
LA IMPORTANCIA DEL FACTOR EDUCACIÓN PARA MITIGAR LOS RIESGOS ATMOSFÉRICOS. UN ANÁLISIS DE LAS IMÁGENES SOBRE LA SEQUÍA QUE SE INSERTAN EN LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS SOCIALES, (EDUCACIÓN PRIMARIA), Álvaro-Francisco Morote Seguido.....	1183
LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO SOBRE EL RIESGO DE INUNDACIÓN. LA IMPORTANCIA DEL FACTOR EDUCACIÓN COMO MEDIDA DE MITIGACIÓN, Álvaro-Francisco Morote Seguido y María Hernández Hernández.....	1195
LA RENTABILIDAD DEL AGUA Y LAS TARIFAS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS DEL TRASVASE TAJO-SEGURA, Marcos García-López, Borja Montano y Joaquín Melgarejo	1207

EVALUACIÓN EX-POST DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN LA AGRICULTURA ANDALUZA 2005-2008

Jaime Espinosa-Tasón

Z42estaj@uco.es

<https://orcid.org/0000-0003-3114-3365>

Julio Berbel

es1bevej@uco.es

<https://orcid.org/0000-0001-6483-4483>

Universidad de Córdoba, España.

RESUMEN

Este trabajo evalúa el impacto económico de la última sequía hidrológica (2005-2008) relevante en la agricultura andaluza. Para elaborar este análisis se han utilizado fuentes oficiales existentes, y los cálculos se basan en la teoría del excedente económico. Los resultados arrojan que la sequía tuvo efectos negativos en el bienestar social del sector agrícola en Andalucía, representando una pérdida estimada de 1.512 millones de euros, de los cuales la mayoría correspondió a los cultivos de secano. Los impactos según cultivos fueron socialmente diferenciados entre consumidores y productores, los primeros siempre pierden por el efecto cantidad y el efecto precio, mientras que los últimos, aunque pierden por el efecto cantidad, pueden incluso obtener beneficios de la sequía debido al efecto precio causado por la escasez de productos agrícolas.

1. INTRODUCCIÓN

La sequía es un problema frecuente en España, que afecta de manera temporal la disponibilidad de los recursos hídricos, provocando impactos sociales, económicos y ambientales. En el contexto del cambio climático y de la seguridad alimentaria, a medida que los episodios de sequía se vuelven cada vez más frecuentes, sumándose a los crecientes problemas de escasez de agua, es fundamental medir los importantes efectos económicos y sociales que se generan. En diferentes regiones del mundo, los recientes episodios de sequías han actuado como catalizadores de cambios legislativos e institucionales en materia de gestión de agua (Berbel y Esteban, 2019).

Cuando nos referimos a episodios de sequía, según la tipología existente en España, aunque la sequía meteorológica afecta a una mayor superficie cultivada, probablemente la de mayor impacto económico en el contexto agrario es la sequía hidrológica, que ocurre cuando los caudales circulantes por los cursos de agua y los volúmenes embalsados se sitúan por debajo de lo normal (Cantos, 2001). Al estar relacionada con periodos de volúmenes embalsados por debajo de lo normal, afecta la agricultura de regadío, puesto que su suministro de agua depende directamente del agua disponible en los embalses de regulación. Mientras que la variabilidad de las precipitaciones se traduce en una fuerte variabilidad de los rendimientos de los sistemas agrarios de secano, donde la lluvia es la única fuente de agua.

En las regiones de clima mediterráneo, la agricultura de regadío es especialmente vulnerable al riesgo de sequía hidrológica, fenómeno que preocupa a los regantes principalmente por los efectos negativos de las fallas en el suministro de agua. Gómez-Limón y Guerrero-Baena (2019) investigaron sobre el diseño de un seguro indexado para la cobertura del riesgo de sequía hidrológica, sus resultados de simulación demostraron que se espera que la agricultura de regadío en el sur de España sea más vulnerable a las sequías hidrológicas.

Para el caso de España, los estudios existentes en la literatura científica que evalúan los impactos causados por la sequía en el sector agrario, difieren en su alcance y metodología, algunas investigaciones se han enfocado al análisis económico del riesgo de sequía para la agricultura de regadío en España (Gil et al., 2011; Gómez-Limón, 2020), otras analizan el desempeño de las políticas del agua ante los eventos de sequía en España (Berbel y Esteban, 2019; Kahil et al., 2016), Pérez y Hurlé (2009) estimaron los impactos económicos directos e indirectos de un episodio de sequía en la cuenca del Ebro, y Borrego-Marín et al. (2015) analizaron las sequías meteorológicas e hidrológicas y su relación con el uso del agua en la agricultura a nivel de la cuenca del Guadalquivir.

Las evaluaciones del impacto económico de los eventos de sequía se pueden realizar utilizando una variedad de metodologías, desde enfoques econométricos, métodos de programación, y métodos del excedente económico. Los tres métodos son de uso generalizado, sin embargo, la aplicación de la teoría del excedente del consumidor para la estimación del impacto de la sequía tiene la ventaja que requiere la menor cantidad de datos y se puede aplicar a la más amplia gama de situaciones (Musolino et al., 2018). La presente investigación aplica la teoría del excedente económico con el propósito de explicar si en condiciones de sequía hidrológica se presentan los mismos efectos (negativos o positivos) para los productores y consumidores de cultivos tanto del secano como del regadío en la región de Andalucía.

2. METODOLOGÍA

2.1 Enfoque del excedente económico del consumidor

Para la estimación de los efectos socioeconómicos de la sequía hidrológica en Andalucía nos basamos en el marco teórico del excedente del consumidor, una teoría bien establecida en el contexto de la microeconomía. Según la teoría del excedente del consumidor, el análisis se basa en los siguientes supuestos:

- a. se asume que las pérdidas económicas en términos de producción de cultivos se deben en su totalidad a la sequía.
- b. se plantea la hipótesis de que dicho sistema microeconómico no está abierto, esto significa que la producción y la variación local que se puede observar del precio de los cultivos no están influenciados por factores externos (mercados internacionales), es decir, la subida o bajada de un precio, p.ej. naranjas depende de la sequía sufrida en la región y no de una escasez o abundancia en los mercados internacionales.
- c. los aumentos de precios se transfieren íntegramente a los consumidores finales, y luego no son absorbidos por ninguna etapa intermedia de la cadena de valor.

En este modelo simplificado, las consecuencias económicas en el sector agrícola provocadas

por una sequía se pueden representar en la Figura 1. Cuando existe una disponibilidad normal de agua para la producción de cultivos, el punto de equilibrio está en la intersección entre la curva de demanda y la curva de oferta¹ (E_1), en esta situación el excedente del consumidor corresponde al área $P_2P_0E_1$, lo que es igual a la diferencia entre la cantidad de dinero que los consumidores están dispuestos a pagar por la cantidad de cultivo Q_0 , que es el área por debajo de la curva de demanda hasta E_1 ($P_20Q_0E_1$), y el precio que realmente pagan por él, identificado por el área $P_00Q_0E_1$.

A diferencia de los años normales, cuando ocurre un evento de sequía, la disponibilidad de agua disminuye notablemente, al igual que la producción de cultivos. Como consecuencia, la curva de oferta se mueve hacia la izquierda, cambiando su pendiente y volviéndose vertical, ya que la disponibilidad de agua ahora está estrictamente limitada por la sequía. Debido a la menor oferta de producto agrícola y al exceso de demanda del mercado, el precio de mercado aumenta de P_0 a P_1 y el punto de equilibrio se desplaza de E_1 a E_2 . Los efectos sobre los diferentes grupos de actores económicos involucrados en la producción de cultivos y el mercado no son los mismos. Simplificando la estructura de la cadena de valor, asumimos que está compuesta solo por dos grupos, productores (agricultores) y consumidores.

El primer efecto que sufren los agricultores a causa de la sequía es la pérdida parcial de la producción agrícola ($Q_0 - Q_1$). Por ende, los agricultores perderán una parte de los ingresos que podrían haber obtenido normalmente. Este efecto de cantidad se puede representar gráficamente mediante el área sombreada en rojo ($DQ_1Q_0E_1$). Por otro lado, debido al aumento de precio, los agricultores podrán vender la producción (restante) de cultivos a un precio más alto (P_1), obteniendo una ganancia adicional correspondiente al área sombreada en azul ($P_1P_0DE_2$). Por lo tanto, mientras que el efecto cantidad les causa una pérdida, el efecto precio puede determinar una ganancia extra.

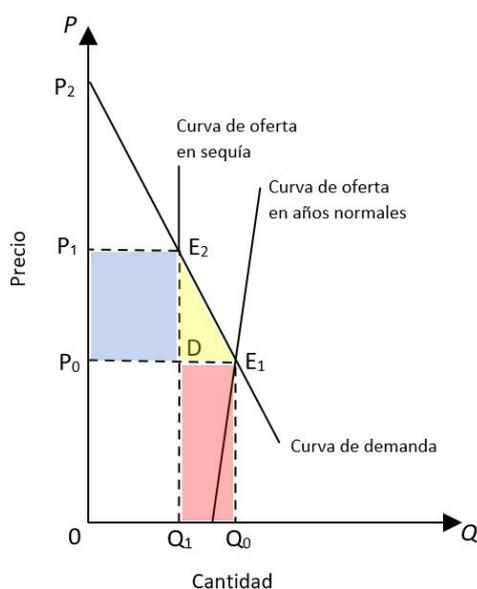


Figura 1. Efectos de la sequía en el sector agrícola (elaboración propia, modificado a partir de Musolino et al. 2018).

El impacto económico final sobre los agricultores vendrá dado por la diferencia entre estos

¹ Por simplicidad se asume que la curva de oferta es plana, ya que en el corto plazo no se puede ajustar la cantidad de agua disponible para riego, debido a limitaciones tecnológicas (bajo grado de flexibilidad de la oferta de agua y de las redes de distribución).

dos efectos. Probablemente no todos los agricultores se verán afectados por estos efectos en la misma medida, es probable que parte de ellos no pierda ningún cultivo, por lo que solo ganarán con la combinación de estos efectos, ya que aprovecharán al máximo el efecto precio para aumentar sus ingresos y sus beneficios, en comparación con los años normales. Otros agricultores probablemente perderán una parte o incluso la totalidad de la producción agrícola, por lo que, en este último caso, el efecto cantidad excederá el efecto precio, provocando una pérdida neta.

En cuanto a los consumidores, debido a los cambios de producción y precio, el excedente del consumidor también cambia y se contrae, de hecho, ahora está representado por el área $P_2P_1E_2$, que es más pequeña que el área $P_2P_0E_1$. Para los consumidores es evidente que el evento de sequía provoca una pérdida económica, igual al área $P_1P_0E_1E_2$, que es la suma de la pérdida de peso muerto o pérdida irrecuperable de eficiencia (área sombreada en amarillo E_2DE_1) debido a la pérdida de bienestar relacionada con el menor consumo de productos agrícolas y el efecto precio (negativo) asociado al mayor precio pagado por consumir los productos agrícolas que aún se producen en el año de sequía.

Teniendo en cuenta todos los efectos sobre los agricultores y los consumidores, se supone que el cambio en el bienestar social causado por la sequía relacionado con la agricultura es negativo, porque la comunidad en su conjunto sufre una pérdida igual al área $E_2Q_1Q_0E_1$, que suma las pérdidas sufridas por los consumidores y los dos efectos observados en los agricultores. En este contexto, la elasticidad de la oferta y la demanda es relevante en la determinación del impacto, cuanto más inelástica es la demanda, el mayor impacto de las restricciones de oferta se traslada a los precios y, por lo tanto, se aleja de los productores.

2.2 Datos y estimación

El estudio se realizó a nivel de la región de Andalucía, de acuerdo con el último evento de sequía relevante en el territorio andaluz que fue la sequía hidrológica 2005-2008 (IMA, 2009) dentro del espacio temporal de 2000 a 2010. Los años de esta sequía presentaron una disminución significativa de la precipitación, afectando al volumen de agua embalsada durante este periodo (sombreado en figura 2), siendo para los años secos las reservas de agua en los embalses significativamente menor a la media de los años normales.

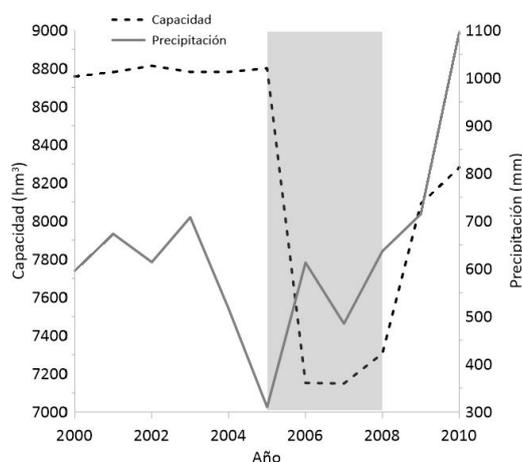


Figura 2. Capacidad de agua embalsada y precipitación en la cuenca hidrográfica del Guadalquivir, 2000-2010.
Fuente: Elaboración propia a partir de MAPA (2020).

Para el análisis se seleccionaron los principales cultivos de Andalucía (figura 3), se utilizaron

datos oficiales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) de España y del Observatorio de Precios y Mercados (OPM) de Andalucía, con los que se elaboraron series de tiempo anuales de la producción de cultivos (ton año^{-1}) y de precios ($\text{€ ton}^{-1} \text{año}^{-1}$) durante el período analizado. La serie de precios de los cultivos se valoró en precios constantes de 2015 empleando el deflactor del PIB. Para la estimación de los efectos en el excedente económico causados por la sequía adaptamos el procedimiento de Musolino et al. (2018)² diferenciando a nivel de cultivos de secano y de regadío, lo que permitirá profundizar en la comprensión e interpretación de las diferencias en los impactos entre los cultivos.

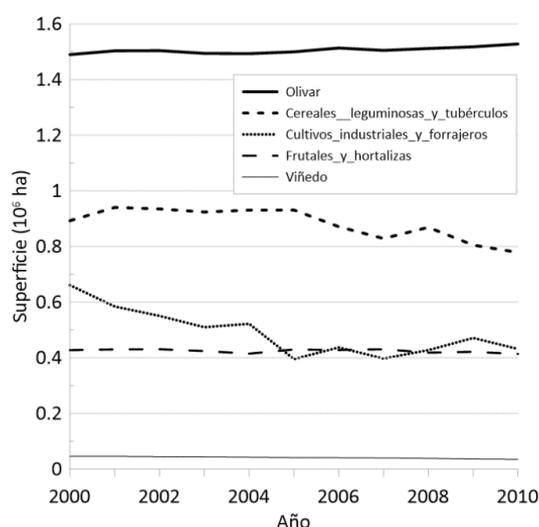


Figura 3. Superficie dedicada a los principales cultivos de Andalucía, 2000-2010. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IECA (2020).

Para cada cultivo se estimaron los siguientes efectos del excedente económico:

1. El efecto de cantidad, que se calculó como la diferencia entre la producción en los años de sequía hidrológica y la producción promedio en años normales (Δq), y se multiplicó por el precio promedio en años normales (p).
2. El efecto precio, se obtuvo multiplicando la diferencia entre los precios en los años de sequía y el precio medio en años normales (Δp) por la producción agrícola promedio en el año de sequía (q).
3. El efecto en la pérdida irrecuperable de eficiencia se calculó como la multiplicación de la variación de precio por la variación de producción dividida entre dos ($(\Delta p * \Delta q) / 2$).

	EFFECTO CANTIDAD	EFFECTO PRECIO	PÉRDIDA IRRECUPERABLE
Productores (agricultores)	$DQ_1 Q_0 E_1 (-)$	$P_1 P_0 DE_2 (+)$	
Consumidores		$P_1 P_0 DE_2 (-)$	$E_2 DE_1 (-)$
Cambio de Bienestar Social	$DQ_1 Q_0 E_1 (-)$		$E_2 DE_1 (-)$

Tabla 1. Efectos de la sequía en términos de bienestar social según la teoría del excedente económico (elaboración propia, adaptado de Musolino et al. 2018).

Finalmente, el cambio total en el bienestar social se obtuvo sumando algebraicamente los tres

² En su investigación el análisis lo realizaron a nivel agregado por grupos totales de cultivos (cereales, industriales, árboles frutales, etc.); nuestro análisis es más detallado a nivel de cultivo especificando según sean cultivos en secano o regadío.

efectos sobre ambos grupos vistos anteriormente (productores y consumidores). Basándonos en el modelo de la figura 1, se resumen los efectos y los signos de los impactos esperados (tabla 1). Como es de esperarse el efecto cantidad se asocia a una pérdida para los agricultores, ya que debido a la disminución de la producción estos se afectan negativamente. Mientras que el efecto precio, debido al aumento de precio provocado por la reducción de la producción agrícola, afecta tanto a los agricultores como a los consumidores; para el agricultor representa un beneficio (+) y para el consumidor una pérdida (-). La pérdida irrecuperable de eficiencia afectará negativamente a los consumidores; y finalmente, en su conjunto la sociedad (consumidores y agricultores) experimentará un cambio negativo en el bienestar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. La evolución de producción y precios durante la sequía hidrológica

Los principales cambios en la producción y los precios de los cultivos se muestran a continuación, se aprecia que durante la sequía hidrológica (años 2005-2008) de manera general se presentó una disminución en la producción de cultivos (Tabla 2), al mismo tiempo que el aumento de precios fue generalizado para la mayoría de los cultivos (Tabla 3). En valores relativos la reducción total de la producción fue mayor para el caso de los cultivos de secano (140%), cabe destacar que, del total de tierras de cultivo en Andalucía, la superficie de secano representa el 74% y la superficie de regadío el 26% (periodo 2000-2010). Como veremos a continuación las diferencias son evidentes en los impactos que tuvo la sequía para los cultivos de secano y de regadío.

GRUPO	CULTIVO	CAMBIO RELATIVO (%)	
		SECANO	REGADÍO
Cereales	Trigo	-15,2	25,3
	Arroz	----	-34,0
	Maíz	0,9	-29,6
Industriales	Algodón	-21,5	-32,4
	Girasol	-19,3	-16,6
Leñosos	Naranja	----	14,2
	Mandarina	----	32,1
	Limón	----	-1,3
	Almendra	-20,1	-41,2
	Uva /mesa	-12,6	-17,5
	Uva /vino	-13,6	10,5
	Aceituna /mesa	-17,3	-2,4
	Aceituna /aceite	-21,6	-2,4
Total		-140,2	-95,2

Tabla 2. Impacto de la sequía en producciones (medias 2005-2008 vs. 2000-2010) Andalucía.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAPA.

GRUPO	CULTIVO	CAMBIO RELATIVO (%)
Cereales	Trigo	21,4
	Arroz	-2,6
	Maíz	16,5
Industriales	Algodón	-57,7
	Girasol	49,5
Leñosos	Naranja	7,3
	Mandarina	-10,1
	Limón	33,5
	Almendra	29,7
	Uva vino	20,5
	Aceituna /mesa	33,8
	Aceituna /aceite	28,1

Tabla 3. Cambios en los precios percibidos por los agricultores (2005-2008 vs 2000-2004) Andalucía. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del OPM.

Como se muestra en la tabla 2, durante la sequía se dio una disminución en la producción agrícola de secano y regadío en todos los grupos de cultivos, sin embargo, dentro del regadío los cultivos de trigo, los cítricos naranja y mandarina, y la uva de vino presentaron un aumento significativo, mientras que el limón, la aceituna de almazara y de mesa del regadío mostraron una ligera baja de su producción; este contexto se relaciona al hecho que desde mediados del S.XX el total de la superficie cultivada en España ha disminuido presentando importantes cambios en sus producciones.

Durante el periodo 1965-2018 en España el secano ha perdido una superficie de 5,7 millones de hectáreas (31%) mientras el regadío ha ganado 2,0 millones de hectáreas (210%), reduciéndose la superficie total cultivada un 18% equivalentes a 3,7 millones de hectáreas (Berbel y Espinosa-Tasón, 2020). En Andalucía el abandono experimentado por miles de hectáreas de cultivos tradicionales típicamente de secano ha sido la respuesta a la sequía por parte de los agricultores andaluces (Gil et al., 2000). Igualmente, la política de modernización a inicios del s.XXI ha influido notablemente en la evolución reciente de la superficie regada y en la orientación productiva de los regadíos (Berbel et al., 2019).

La tendencia hacia la intensificación se ha mantenido hasta el presente, en un escenario donde la pérdida de rentabilidad de los cultivos de secano en tierras marginales, agravada por eventos climáticos extremos como la sequía ha motivado el abandono o la transformación cuando es posible en regadío. En términos de productividad la evolución del rendimiento muestra una diferencia estadísticamente significativa entre el regadío y el secano (figura 4). Por otro lado, en condiciones de sequía, la disminución de la producción agrícola genera presiones alcistas en los precios de los productos agrarios (tabla 3), incentivando también la transformación en regadío.

La mayoría de las demandas de productos agrícolas son inelásticas y el consumo global crece más despacio que el enorme aumento de la oferta generado por el progreso tecnológico (Samuelson y Nordhaus, 2010), las sequías no sólo elevan el precio de los cultivos, sino que también tienden a elevar los ingresos de los agricultores más resilientes, es decir, aquellos que han tenido la capacidad de adaptarse y mantener relativamente estable su producción ante un evento de sequía. Consecuentemente, debido a la sequía, la escasez de la producción agraria y la

subida de los precios perjudican a los consumidores, lo mismo que ocurriría si una inundación provocara una escasez de alimentos.

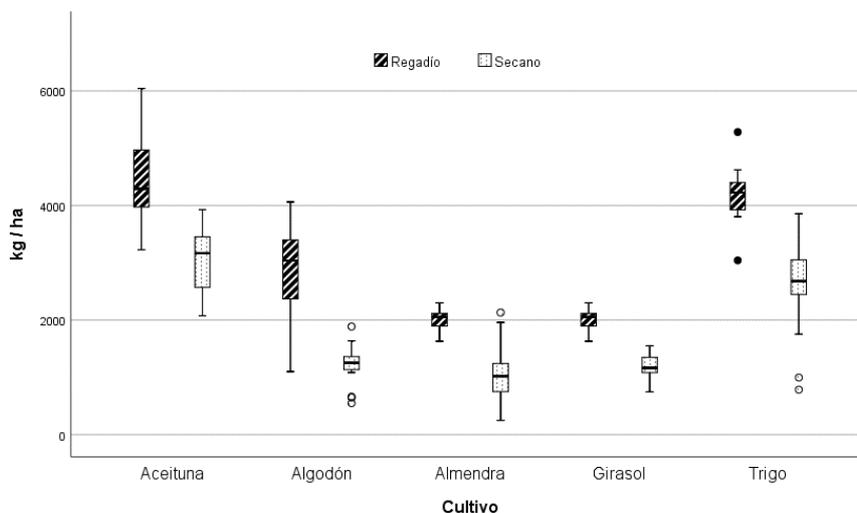


Figura 4. Rendimiento de cultivos en secano y regadío en Andalucía, 2000-2018.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAPA (2020).

La figura 5, explica gráficamente esta situación, se aprecia que antes de la sequía el mercado competitivo produce un equilibrio con precio en E, sin embargo, cuando escasea la producción, la curva de oferta se desplaza hacia la izquierda (de SS a S'S'), por lo tanto, el equilibrio se traslada a E' y el precio sube a B, por lo que también el ingreso en este caso es mayor como consecuencia de la inelasticidad de la demanda. Consecuentemente en estas condiciones un aumento de los precios afecta tanto a los agricultores como a los consumidores, para los primeros representa un beneficio y para los segundos una pérdida.

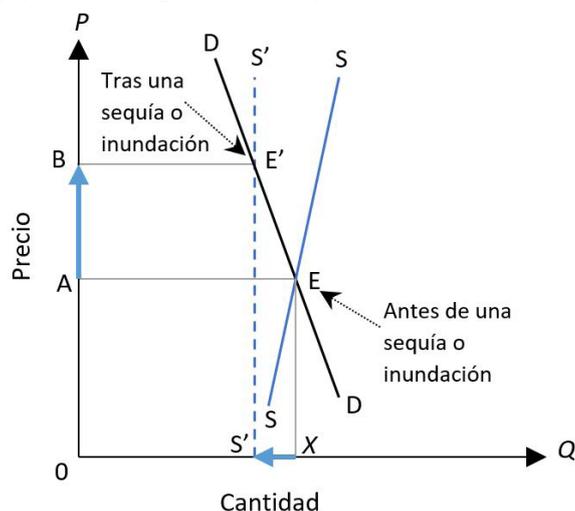


Figura 5. Disminución de la oferta con demanda inelástica respecto al precio.
Fuente: Elaboración propia adaptado a partir de Samuelson y Nordhaus (2010).

Por ende, no solo hay grupos sociales que pierden, como suele esperarse, sino también grupos que ganan. Por tanto, es razonable afirmar que la sequía no solo genera efectos negativos. Revisadas las tendencias y los cambios en la producción y los precios de los cultivos durante la sequía, a continuación, veremos cómo estos cambios afectaron a los agricultores y consumidores durante la sequía.

3.2. Los efectos de la sequía sobre los agricultores y consumidores

De modo que podamos ver cuánto pueden perder (o ganar) de la sequía los diferentes grupos sociales y la población total, se calculó el efecto total sobre los productores, los consumidores y la sociedad (tabla 4). Los resultados muestran que la sequía tuvo efectos negativos en el bienestar social del sector agrícola en Andalucía, representando una pérdida estimada de 1.512 millones de euros, de los cuales el 94% (1.426 m€) correspondió a los cultivos de secano. En cuanto a los consumidores, el impacto fue negativo con un 79% (1.842 m€) correspondió al secano. Como puede observarse los impactos negativos de la sequía se concentraron principalmente en los cultivos de secano. Por otro lado, según la teoría del excedente del consumidor, las estimaciones no solo revelan pérdidas, sino también ganancias en el caso de los productores. Las ganancias obtenidas por los productores se explican por el efecto precio, que en la mayoría de los cultivos de secano como de regadío fue positivo; en términos absolutos este efecto superó en gran medida el efecto cantidad, que fue como se esperaba negativo.

		EFFECTO CANTIDAD ($\Delta q * p$)	EFFECTO PRECIO ($\Delta q * p$)	PESO MUERTO ($\Delta q * p$)/2	TOTAL	EFFECTOS +	EFFECTOS -
Secano	Productores	-1261,0	1677,5		416,5	•	
	Consumidores		-1677,5	-165,1	-1842,6		•
	Bienestar Social	-1261,0		-165,1	-1426,1		•
Regadío	Productores	-191,4	586,8		395,4	•	
	Consumidores		-586,8	104,9	-481,9		•
	Bienestar Social	-191,4		104,9	-86,5		•
Total	Productores	-1452,4	2264,3		811,9	•	
	Consumidores		-2264,3	-60,2	-2324,4		•
	Bienestar Social	-1452,4		-60,2	-1512,6		•

Tabla 4. Impactos en productores, consumidores y en el bienestar social total durante la sequía 2005-2008 (Millones de € constantes 2015).

Por lo tanto, en la mayoría de los casos los agricultores, tomados en su conjunto, aunque perdieron parte de sus cosechas debido a la sequía (“efecto cantidad”), pudieron beneficiarse del aumento de los precios que la sequía creó en los mercados agrícolas, vendiendo su producción agrícola restante a precios más altos. El impacto positivo de la sequía sobre los productores se estima en 811 millones de euros, distribuyéndose un 59% en los cultivos de secano y un 49% en los cultivos de regadío. Cabe destacar que en el caso del regadío el efecto precio en términos absolutos fue el triple que el efecto cantidad, mientras que en el secano ambos efectos fueron similares en términos absolutos, comparativamente este menor efecto cantidad en el regadío explica el bajo (6%) impacto negativo que tuvo el regadío en el bienestar social de Andalucía.

A pesar de la presencia de efectos negativos y positivos (pérdidas y ganancias), hay que reiterar que en Andalucía el impacto total de la sequía 2005-2008 en términos de bienestar social fue negativo, es decir que la sociedad en su conjunto (incluyendo todos los grupos sociales) desmejoró su bienestar socioeconómico. No obstante, como veremos a continuación, por cultivo la magnitud de los impactos varía significativamente.

3.3. Los efectos de la sequía sobre los cultivos

Al realizar las estimaciones a nivel de cultivo, los resultados muestran que dentro de cada uno de los dos grupos sociales (agricultores y consumidores) los impactos no son los mismos. Mostrándose que no todos los agricultores obtienen efectos positivos; que no todos los agricultores que logran efectos positivos lo alcanzan en la misma medida; y que no todos los consumidores pierden en la misma medida. Los efectos estimados para los agricultores según cultivo (tabla 5), muestran que la mayoría gana, pero algunos pierden de todos modos. Además, los ganadores difieren mucho en términos de la magnitud del beneficio que pueden obtener de la sequía.

GRUPO	CULTIVO	EFEECTO CANTIDAD ($\Delta q * p$)	EFEECTO PRECIO ($\Delta p * q$)	TOTAL (media anual)	TOTAL	MAGNITUD DE LOS IMPACTOS ¹	
SECANO	Cereales	Trigo	-114.9	159.1	11.1	44.2	+
		Maíz	0.0	0.2	0.1	0.3	+
	Industrial	Algodón	-1.9	-7.6	-2.4	-9.5	—
		Girasol	-51.5	119.1	16.9	67.6	+
	Leñosos	Almendra	-14.8	32.0	4.3	17.2	+
		Uva de mesa	-0.9	2.7	0.5	1.9	+
		Uva de vino	-48.0	77.2	7.3	29.2	+
		Olivo de mesa	-51.1	101.2	12.5	50.2	+
		Olivo de aceite	-978.0	1193.4	53.9	215.4	++
	Total		-1261.0	1677.5	104.1	416.5	
REGADÍO	Cereales	Trigo	31.2	37.8	17.3	69.1	+
		Arroz	-100.9	-19.4	-30.1	-120.3	—
		Maíz	-74.4	25.2	-12.3	-49.3	—
	Industrial	Algodón	-134.8	-248.2	-95.7	-383.0	---
		Girasol	-12.8	30.8	4.5	18.0	+
	Leñosos	Naranja	105.4	78.7	46.0	184.1	+
		Mandarina	54.0	-24.8	7.3	29.2	+
		Limón	-0.7	29.3	7.1	28.6	+
		Almendra	-9.1	5.8	-0.8	-3.3	—
		Uva de mesa	-6.9	8.0	0.3	1.1	+
		Uva de vino	0.1	2.3	0.6	2.4	+
		Olivo de mesa	-5.4	115.4	27.5	110.0	+
		Olivo de aceite	-37.2	546.0	127.2	508.8	++
Total		-191.4	586.8	98.8	395.4		

¹Porcentaje de la suma total del impacto (en valor absoluto) de cada cultivo por grupo de secano y regadío (más del 50%: +++ / - - -; del 25% al 50%: ++ / - -; del 0% al 25%: +/-)

Tabla 5. Impactos en los productores (agricultores) por cultivos de secano y regadío durante la sequía 2005-2008 (Millones de € constantes 2015).

Para los agricultores el principal cultivo perdedor durante la sequía fue el algodón, donde el impacto del efecto precio negativo sumado al efecto cantidad negativo fue significativo para el regadío. Los otros cultivos que representaron pérdidas para los agricultores fueron el arroz que

también se vio afectado por un efecto precio negativo, y el maíz de regadío que, aunque tuvo un efecto precio positivo este no fue suficiente para contrarrestar la pérdida derivada del efecto cantidad (negativo).

Por otro lado, para los agricultores los cultivos ganadores difieren mucho en términos de la magnitud del beneficio que pueden obtener de la sequía. Obsérvese que para el principal cultivo ganador que fue la aceituna de almazara (olivo de aceite), el impacto positivo fue superior en el regadío que, en el secano, debido a que la pérdida de producción (efecto cantidad negativo) fue menor para el regadío (-37,2 m€) y fue compensada por un efecto de precio positivo; contrario a la situación del secano cuya pérdida de producción fue significativa (-978,0 m€) aunque se compensara por el efecto precio.

GRUPO	CULTIVO	EFFECTO PRECIO ($\Delta p \cdot q$)	PESO MUERTO ($\Delta p \cdot \Delta q$)/2	TOTAL (media anual)	TOTAL	MAGNITUD DE LOS IMPACTOS ¹	
SECANO	Cereales	Trigo	-159.1	-1.6	-40.2	-160.7	—
		Maíz	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	—
	Industrial	Algodón	7.6	0.7	2.1	8.3	+
		Girasol	-119.1	-4.5	-30.9	-123.7	—
	Leñosos	Almendra	-32.0	-3.3	-8.8	-35.3	—
		Uva de mesa	-2.7	-0.3	-0.8	-3.0	—
		Uva de vino	-77.2	-5.9	-20.8	-83.1	—
		Olivo de mesa	-101.2	-8.7	-27.5	-110.0	—
		Olivo de aceite	-1193.4	-141.4	-333.7	-1334.9	— — —
	Total		-1677.5	-165.1	-460.6	-1842.6	
REGADÍO	Cereales	Trigo	-37.8	5.7	-8.0	-32.2	—
		Arroz	19.4	-5.0	3.6	14.4	+
		Maíz	-25.2	-7.9	-8.3	-33.1	—
	Industrial	Algodón	248.2	115.7	91.0	363.9	++
		Girasol	-30.8	-1.4	-8.1	-32.2	—
	Leñosos	Naranja	-78.7	8.4	-17.6	-70.3	—
		Mandarina	24.8	-2.0	5.7	22.8	+
		Limón	-29.3	-3.6	-8.2	-32.9	—
		Almendra	-5.8	-2.0	-1.9	-7.8	—
		Uva de mesa	-8.0	-0.8	-2.2	-8.7	—
		Uva de vino	-2.3	0.1	-0.5	-2.2	—
		Olivo de mesa	-115.4	-1.5	-29.2	-116.9	—
		Olivo de aceite	-546.0	-0.8	-136.7	-546.8	— —
Total		-586.8	104.9	-120.5	-481.9		

¹Porcentaje de la suma total del impacto (en valor absoluto) de cada cultivo por grupo de secano y regadío (más del 50%: +++ / - - -; del 25% al 50%: ++ / - -; del 0% al 25%: +/-)

Tabla 6. Impactos en los consumidores por cultivos de secano y regadío durante la sequía 2005-2008 (Millones de € constantes 2015).

Además, los agricultores que cultivaron trigo de regadío obtuvieron un aumento de producción (efecto cantidad positivo) junto al efecto precio positivo, mientras los agricultores que cultivaron trigo de secano obtuvieron una pérdida de producción compensada por un significativo aumento de precios. Otro cultivo que obtuvo un efecto cantidad positivo junto con efecto precio positivo, resultando en grandes beneficios para los productores fue la naranja.

A la vez que la mayoría de los cultivos durante la sequía representaron beneficios para los productores, en cuanto a lo que respecta a los consumidores (tabla 6) la mayoría sufren pérdidas en casi todos los tipos de productos agrícolas, aunque la magnitud de la reducción de su bienestar no siempre es la misma. Las mayores pérdidas se observaron en el consumo de productos del olivar para producción de aceite y aceituna de mesa, el trigo y el girasol. Estas pérdidas se correspondieron a la magnitud del efecto precio. Al mismo tiempo, tres cultivos, el algodón, el arroz y la mandarina tuvieron un efecto positivo sobre los consumidores.

La importante disminución de la producción (efecto cantidad negativo), pone de manifiesta la escasez de recursos hídricos sucedida durante el periodo 2005-2008, y su repercusión en el sector agrícola, provocando afecciones a los cultivos, especialmente en los de secano. En los regadíos se suavizaron los efectos de la sequía, con la utilización de aguas subterráneas y el aprovechamiento de recursos no convencionales (Estrela y Rodríguez, 2008). Nuestros resultados son equivalentes a los de análisis similares efectuados en otras regiones del sur de Europa por Musolino et al. (2017) en la cuenca del río Po en Italia para las sequías de los años 2003, 2005-2007; y Musolino et al. (2018) incluyendo Italia, Portugal y la cuenca del Júcar en España. En los estudios mencionados, los autores estiman que no todos los agricultores pierden por el efecto cantidad, ya que algunos pueden incluso ganar dinero con la sequía, debido al efecto precio causado por la escasez de productos agrícolas; mientras que los consumidores siempre pierden, por el efecto cantidad y el efecto precio. También los impactos son muy diferentes, en términos de signo y magnitud, entre los propios agricultores, en particular cuando se distinguen por categoría de cultivo y por área geográfica.

4. CONCLUSIONES

En lo que respecta a la agricultura en Andalucía, la magnitud de los impactos económicos de la sequía hidrológica sobre el bienestar social es considerable. Las diferencias son evidentes entre los cultivos de secano y de regadío; los impactos negativos de la sequía hidrológica se concentraron principalmente en los cultivos de secano. Al mismo tiempo, como supone el enfoque de la teoría del excedente económico, los impactos negativos son socialmente diferenciados entre consumidores y productores. Este análisis contradice la imagen habitual, según la cual la sequía solo provoca pérdidas económicas o daños. Como se señaló anteriormente, la elasticidad de la oferta y la demanda tiene un papel clave en la determinación y distribución del impacto. Cuanto más inelástica es la demanda, mayor impacto negativo de las restricciones de oferta se traslada a los precios y, por lo tanto, perjudicará a los consumidores y beneficiará a los agricultores. Dado que la elasticidad depende de los sustitutos disponibles, nuestro análisis predice implícitamente que las fincas que producen cultivos que tienen sustitutos más cercanos sufrirán más, mientras que las que producen cultivos menos sustituibles (e.g. olivo para producción de aceite, trigo para elaboración de pan, etc.) podrán aumentar los precios, y posiblemente se beneficien de la sequía.

Nuestro trabajo aporta al análisis del impacto económico de la sequía hidrológica en la agricultura un caso de estudio interesante ya que Andalucía es una de las comunidades autónomas con mayor superficie de regadío (29% del regadío total nacional) con presencia mayoritaria del riego localizado. Debido a la agregación para toda Andalucía de provincias diferentes en términos de escala geográfica, características demográficas y económicas, sería conveniente que este análisis se repitiera usando la escala de provincia como unidad de análisis, lo que permitiría poder generalizar (o no) las conclusiones que aporta nuestro análisis. En consecuencia, el análisis puede servir para orientar las políticas de apoyo y recuperación para los agricultores (subsidios, esquemas de seguros, etc.) teniendo en cuenta el hecho que no todos son afectados en la misma magnitud y de que algunos de ellos pueden incluso ganar dinero con las sequías. Por lo anterior, sería necesaria una caracterización exhaustiva de los ganadores y perdedores entre los agricultores, diferenciados por región geográfica, tipo de cultivo, tamaño de la finca, entre otros posibles criterios; asimismo sería necesario un análisis en profundidad de la cadena de valor para investigar si los agricultores u otros actores, como los mayoristas, se quedan con los beneficios.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de Panamá, por el apoyo financiero del Programa de Becas de Excelencia Profesional para estudio de Doctorado SENACYT-IFARHU.

BIBLIOGRAFÍA

- Berbel, J., Espinosa-Tasón, J., 2020. La gestión del regadío ante la escasez del agua. Presupuesto y gasto público 101, 137-152.
- Berbel, J., Esteban, E., 2019. Droughts as a catalyst for water policy change. Analysis of Spain, Australia (MDB), and California. Global Environmental Change 58, 101969.
- Berbel, J., Expósito, A., Gutiérrez-Martín, C., Mateos, L., 2019. Effects of the irrigation modernization in Spain 2002–2015. Water Resour. Manag. 33, 1835-1849.
- Borrego-Marín, M., Perales, J., Posadillo, A., Gutiérrez-Martín, C., Berbel, J., 2015. Analysis of Guadalquivir droughts 2004–2012 based on SEEA-W tables, DROUGHT: Research and Science-Policy Interfacing, Proceeding of the International Conference on DROUGHT: Research and Science-Policy Interfacing, pp. 79-84.
- Cantos, J.O., 2001. Tipología de sequías en España. Ería. Revista Cuatrimestral de Geografía, 201-227.
- Estrela Monreal, T., Rodríguez Fontal, A., 2008. La gestión de la sequía de los años 2004 a 2007. Ministerio de Medio Ambiente (España). Programa AGUA.
- Gil, A.M., Cantos, J.O., Amorós, A.M.R., 2000. Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección. Investigaciones Geográficas, 5-46.
- Gil, M., Garrido, A., Gómez-Ramos, A., 2011. Economic analysis of drought risk: An application for irrigated agriculture in Spain. Agric. Water. Manag, 98, 823-833.
- Gómez-Limón, J.A., 2020. Hydrological drought insurance for irrigated agriculture in southern Spain. Agric. Water. Manag, 240, 106271.
- Gómez-Limón, J.A., Guerrero-Baena, M.D., 2019. Diseño de un seguro indexado para la

cobertura del riesgo de sequía hidrológica en la agricultura de regadío. *Agua y Territorio / Water and Landscape*, 79-92.

- IECA, 2020. Anuario Estadístico de Andalucía. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Sevilla, España. <https://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/anuario/index.htm>. (Accessed 11 march 2021).
- IMA, 2009. Sequía 2005-2008: un impacto mucho menor para la ciudadanía. Junta de Andalucía. Sevilla. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/ima/menu-item.5893969315ab596f7bbe6c6f5510e1ca/?vgnnextoid=5fb98fc1de103210VgnVCM100001325e50aRCRD&vgnnextchannel=e2efb101a251b210VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=lang_es.
- Kahil, M.T., Albiac, J., Dinar, A., Calvo, E., Esteban, E., Avella, L., Garcia-Molla, M., 2016. Improving the Performance of Water Policies: Evidence from Drought in Spain. *Water* 8, 34.
- MAPA, 2020. Anuario de Estadística Agraria. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid, España. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/default.aspx>. (Accessed 17 january 2021).
- Musolino, D., de Carli, A., Massarutto, A., 2017. Evaluation of socio-economic impact of drought events: the case of Po river basin. *European Countryside* 9, 163-176.
- Musolino, D.A., Massarutto, A., de Carli, A., 2018. Does drought always cause economic losses in agriculture? An empirical investigation on the distributive effects of drought events in some areas of Southern Europe. *Sci. The Total Environ.* 633, 1560-1570.
- Pérez, L.P., Hurlé, J.B., 2009. Assessing the socio-economic impacts of drought in the Ebro River Basin. *Span. J. Agric. Res.*, 269-280.
- Samuelson, P.A., Nordhaus, W.D., 2010. Supply and Demand: Elasticity and Applications, Chapter 4, *Economics*. 19th ed. McGraw-Hill/Irwin. New York.