

PRIORIZACIÓN Y EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE MEDIDAS AGRARIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DE LA SUBCUENCA DEL ARROYO DE LA BALISA (SEGOVIA)

Mario Ballesteros-Olza*, Barbara Soriano*, Paloma Esteve-Bengoechea*, Irene Blanco-Gutiérrez*, Isabel Bardají*, Maite Jiménez-Aguirre*, Sofía Garde-Cabellos*, Carmen Galea*, Jon Lizaso*, Carlos H. Díaz-Ambrona*, David Pérez*, Margarita Ruiz-Ramos*, Ana M. Tarquis*

** Centro de Estudios e Investigación para la Gestión de Riesgos Agrarios y Medioambientales (CEIGRAM), Universidad Politécnica de Madrid*

Palabras clave: cambio climático, medidas adaptativas, agricultura sostenible, participación social, análisis de percepción

1. Introducción

El cambio climático está exacerbando los problemas de escasez de agua, particularmente en regiones vulnerables como el área Mediterránea, donde urge trabajar en la implementación de medidas agrícolas y ganaderas adaptativas, que contribuyan a la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de la agricultura (Nikolaou et al., 2020). Una de las claves para una adaptación efectiva reside en mejorar la eficiencia en el uso del agua a través de prácticas agronómicas y tecnologías avanzadas (Alharbi et al., 2024). Entre estas medidas, destacan la implementación de sistemas de riego avanzados, la introducción de variedades más resistentes, la gestión efectiva del agua del suelo, prácticas como la rotación de cultivos o las cubiertas vegetales, etc. (UnNisa et al., 2022). Sin embargo, para que la adopción de estas estrategias tenga éxito, resulta fundamental la participación de las comunidades locales para asegurar la relevancia y el ajuste de dichas estrategias a las realidades locales (Iglesias & Garrote, 2018).

La presente comunicación se enmarca en el proyecto AGUAGRADA (Jiménez-Aguirre et al., 2024), y se centra en la priorización y evaluación socioeconómica de medidas agrarias de adaptación al cambio climático, persiguiendo los siguientes objetivos específicos: 1) *Priorización de medidas agrarias de adaptación al cambio climático* mediante un análisis multicriterio, basado en las contribuciones de un grupo multidisciplinar de actores locales; 2) *Evaluación socioeconómica de las medidas de adaptación priorizadas*, a partir de información aportada por agricultores y ganaderos de la SCAB mediante un cuestionario estructurado.

2. Metodología

2.1. Caso de estudio

Esta investigación se centra en el caso de la Subcuenca del Arroyo de la Balisa (SCAB), perteneciente a la Cuenca del Duero, en Segovia. La SCAB ocupa una superficie de 242 km², y presenta un clima Mediterráneo sub-árido, caracterizado por veranos muy secos, y una precipitación media anual de 427 mm/año. El 70% de la superficie de la SCAB está destinada a la agricultura, con predominio de cereales en secano como la cebada y el trigo de invierno. Por el contrario, la presencia de cultivos en regadío es actualmente testimonial, aunque se está expandiendo (Rivas-Tabares et al., 2019).

2.2. Priorización de medidas de adaptación

Para la priorización de las prácticas agrarias de adaptación al climático, se celebró un taller en marzo de 2024, en la Escuela de capacitación y experiencias agrarias de Segovia, que contó con 41 participantes, pertenecientes a los siguientes grupos de interés, vinculados al sector agrario en la zona de estudio (SCAB): Administración pública, empresas dedicadas a la ingeniería agronómica, agricultores, ganaderos, ecologistas y expertos. Durante el transcurso del taller, estos actores locales contribuyeron a las siguientes cuestiones:

En primer lugar, validaron una preselección de medidas de adaptación propuesta por el equipo de AGUAGRADA. Estas medidas incluyen: 1) *modificación del calendario de cultivos* (MCC); 2) *cambio de variedades* (VAR); 3) *cambio de cultivos* (CUL); 4) *transformación de secano a regadío* (REG); 5) *mejora en el manejo del riego* (MMR); 6) *agricultura de precisión* (AGP); 7) *riego suplementario* (SUP); 8) *aprovechamiento de cubiertas* (APC); 9) *aprovechamiento de rastrojeras* (APR); 10) *producción propia de alimento para ganado* (PPA); 11) *rotación de cultivos* (ROT); 12) *siembra directa* (SIE); 13) *cubiertas vegetales* (CUB); 14) *pastoreo extensivo* (PAS).

Segundo, los participantes repartieron 100 puntos entre cuatro criterios relativos a las medidas de adaptación (*efectividad, beneficio económico, beneficio ambiental y facilidad de implementación*), con objeto de ponderar su importancia relativa a la hora de valorar las medidas propuestas. Después, para cada uno de estos criterios, los participantes asignaron 100 puntos entre las medidas propuestas según su desempeño respecto a cada criterio. Esta asignación se realizó para el “escenario actual” y para un “escenario futuro” (en el que se prevé un aumento de la evapotranspiración y una disminución de la disponibilidad de agua como consecuencia del cambio climático). Por último, los participantes se distribuyeron en grupos multidisciplinares, en los que se debatió sobre las fortalezas y debilidades de cada medida, y sobre cómo debería implementarse cada una de ellas en la SCAB.

Para cada medida, se obtuvo una puntuación final para el escenario actual y otra para el escenario futuro, que permitió establecer un ranking en cada caso. Estas puntuaciones finales se calcularon como una media de los valores de cada criterio, ponderada según la importancia relativa de cada uno de ellos. A su vez, las puntuaciones de cada criterio se calcularon como un promedio de las valoraciones medias correspondientes a cada grupo de interés.

2.3. Evaluación socioeconómica de medidas de adaptación priorizadas

Para la evaluación socioeconómica de las medidas priorizadas, se diseñó un cuestionario estructurado para entrevistar a una muestra representativa de los agricultores y ganaderos de la SCAB (150 encuestas), con el fin de recabar información sobre las cuestiones que se detallan en la Tabla 1. Se pidió a los entrevistados que valorasen del -5 (reducción muy fuerte) al +5 (aumento muy fuerte) la intensidad del cambio esperado para cada ítem, en caso de que se adoptase la medida en cuestión. Cuando no esperasen ningún cambio, se les pidió que lo indicasen con un 0.

Además de las preguntas de la Tabla 1, también se incluyeron algunas cuestiones para caracterizar tanto el perfil del entrevistado (actividad principal, edad, sexo, etc.) como el de su explotación (tipo de cultivos/ ganado, superficie/ cabezas, etc.), así como sobre posibles incentivos para facilitar la adopción de las medidas de adaptación.

Tabla 1. Preguntas del cuestionario estructurado para la evaluación de las medidas priorizadas.

Pregunta	Ítems
¿Cómo afecta la adopción de estas medidas a las siguientes cuestiones, relativas a los gastos de su explotación?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inversión inicial ▪ Agua ▪ Energía ▪ Insumos ▪ Alquiler de maquinaria ▪ Mano de obra
¿Cómo afecta la adopción de estas medidas a las siguientes cuestiones, relativas a los ingresos y producción de su explotación?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rendimiento del cultivo/ganado ▪ Calidad del producto agrícola/ganadero ▪ Acceso a ayudas ▪ Acceso a mercados más rentables
¿Cómo afecta la adopción de estas medidas a las siguientes cuestiones, relativas a agua, suelo y perturbaciones externas?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ahorro de agua ▪ Mejora de la calidad de los ecosistemas acuáticos ▪ Mejora de la salud del suelo ▪ Resistencia ante sequía ▪ Resistencia ante plagas y enfermedades ▪ Resistencia ante heladas
¿Cuánto dificultan las siguientes cuestiones la implementación de estas medidas?	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Necesidad de capacitación para implementar la medida ▪ Obstáculos burocráticos para la implementación de la medida

Fuente: elaboración propia.

A fecha de envío de esta comunicación, aún no se han realizado las entrevistas previstas. Una vez se disponga de esta información, se llevará a cabo una evaluación socioeconómica de las medidas seleccionadas, en el que se tendrán en cuenta las contribuciones de los agricultores y ganaderos de la SCAB a través del cuestionario, así como las aportaciones cualitativas del grupo multidisciplinar de actores locales registradas durante el taller.

3. Resultados provisionales y discusión

3.1. Priorización de medidas de adaptación

La Tabla 2 recoge los pesos que los actores locales atribuyen a los criterios seleccionados para valorar las medidas propuestas. En primer lugar, se presentan los resultados por grupo de interés, y al final se incluyen los promedios de los resultados por grupo, los cuales se utilizaron para el cálculo de las puntuaciones finales (Tabla 3).

Tabla 2. Importancia relativa asignada a cada criterio a la hora de valorar las medidas.

Grupo interés	Efectividad	B. Económico	B. Ambiental	F. Implementación
Administración p.	27,50	20,00	45,00	7,50
Empresas	10,00	70,00	10,00	10,00
Agricultores	25,71	40,00	20,00	14,29
Ganaderos	37,22	26,11	20,56	16,11
Ecologistas	20,00	50,00	20,00	10,00
Expertos	30,00	26,00	28,00	16,00
<i>Promedio</i>	<i>25,07</i>	<i>38,69</i>	<i>23,93</i>	<i>12,32</i>

Fuente: elaboración propia.

Para los actores locales, el beneficio económico tiene un peso superior al resto, próximo al 39%, a la hora de valorar las medidas de adaptación. Este criterio fue escogido como el más determinante por los representantes de las empresas (70%), los ecologistas (50%) y los agricultores (40%). Este resultado refuerza la creencia de que los agricultores son más propensos a adoptar este tipo de medidas cuando perciben un beneficio económico (Muench et al., 2024).

Por otro lado, la efectividad y el beneficio ambiental obtuvieron pesos similares, con un 25% y un 24%, respectivamente. La efectividad fue escogida como el criterio más relevante por ganaderos (37%) y expertos (30%), mientras que el beneficio ambiental fue destacado como el más importante por parte de los representantes de la Administración pública (45%). En cuanto a la facilidad de implementación, resultó el criterio menos relevante para todos los grupos (12%).

Las puntuaciones obtenidas por cada medida, tanto para el escenario actual (ACT) como para el futuro (FUT), se recogen en la Tabla 3, ordenadas de mayor a menor. Según los promedios ponderados (\bar{x}^*), la medida mejor valorada para adaptarse al cambio climático fue la mejora en el manejo de riego (ACT: 17,5; FUT: 13,5), entendida como una modernización del sistema de riego con tecnologías avanzadas. Estos resultados ensalzan la modernización del regadío como una medida clave para mejorar la productividad del agua, gracias a una reducción notable de las pérdidas, y a la óptima aplicación del agua de riego (Nikolaou et al., 2020; UnNisa et al., 2022).

Tabla 3. Puntuaciones de las medidas de adaptación para el escenario actual (izq.) y el escenario futuro (dcha.).

Escenario actual						Escenario futuro					
Medida	Efect	B. Eco	B. Amb	F. Imp	\bar{x}^*	Medida	Efect	B. Eco	B. Amb	F. Imp	\bar{x}^*
MMR	16,8	19,8	16,5	14,0	17,5	MMR	14,4	14,3	11,5	13,1	13,5
REG	12,4	15,9	10,0	11,4	13,1	CUL	13,9	15,7	8,0	12,4	13,0
ROT	10,3	9,1	13,5	12,6	10,9	VAR	14,3	14,1	9,0	12,1	12,7
CUL	8,1	10,4	7,7	9,7	9,1	ROT	10,9	10,4	11,1	17,7	11,6
SIE	9,7	6,3	12,3	5,7	8,5	SIE	10,2	7,4	19,2	9,6	11,2
MCC	9,4	8,0	4,1	10,9	7,8	MCC	11,3	7,8	4,2	11,2	8,2
VAR	10,3	7,0	5,7	8,7	7,7	REG	7,8	10,4	5,0	3,9	7,7
CUB	4,2	3,2	8,2	5,4	4,9	SUP	4,7	4,7	8,6	1,7	5,3
AGP	4,5	4,8	5,7	3,9	4,8	AGP	4,6	4,0	4,8	5,0	4,4
SUP	3,0	5,7	4,4	3,9	4,5	CUB	3,2	2,6	7,4	2,2	3,8
PPA	4,8	2,8	3,6	4,5	3,7	PAS	1,9	2,8	3,1	4,5	2,9
PAS	2,3	2,3	3,5	3,8	2,7	APC	1,1	1,9	2,6	3,2	2,0
APC	2,3	2,7	2,5	2,8	2,5	PPA	0,7	1,7	3,5	2,0	1,9
APR	1,8	2,2	2,3	2,9	2,2	APR	1,0	2,3	2,3	1,5	1,8

Notas: \bar{x}^* indica el promedio ponderado según los pesos de la Tabla 2. Fuente: elaboración propia.

A continuación, destacan varias medidas como: transformación de secano a regadío (ACT: 13,1; FUT: 7,7), cambio de cultivos (ACT: 9,1; FUT: 13,0), cambio de variedades (ACT: 7,7; FUT: 12,7), rotación de cultivos (ACT: 10,9; FUT: 11,6) y siembra directa (ACT: 8,5; FUT: 11,2), cuya relevancia fluctúa en función del escenario. Las medidas que requieren de tecnologías avanzadas o infraestructura para aumentar la eficiencia o la dotación de agua tienen mejor acogida en el corto plazo que en el largo, especialmente en el caso de la transformación de secano en regadío (probablemente porque la disminución de la disponibilidad de agua a futuro dificultaría el establecimiento de nuevos riegos). Lo contrario ocurre con la introducción de especies más resistentes o las prácticas sostenibles como la rotación con especies mejorantes o la siembra directa, que resultan mejor valoradas ante un escenario con períodos de sequía más frecuentes y extremos. Por su parte, las medidas relacionadas con la actividad ganadera recibieron las valoraciones más bajas, probablemente por la escasa representación de ganaderos en el taller.

Teniendo en cuenta lo anterior, así como las contribuciones derivadas de las discusiones plenarias acontecidas durante el taller, las medidas seleccionadas para su posterior evaluación

socioeconómica fueron las seis mejor valoradas (*mejora en el manejo de riego, transformación de secano a regadío, cambio de cultivos, cambio de variedades, rotación de cultivos y siembra directa*), a las que se sumaron las *cubiertas vegetales* y el *pastoreo extensivo*, debido al interés que suscitaron los ecorregímenes de la Política Agrícola Común 2023-2027 en los debates entre los actores locales durante el taller.

3.2. Evaluación socioeconómica de medidas de adaptación priorizadas

Una vez realizadas las encuestas, se evaluará la viabilidad de las medidas de adaptación, en función de los impactos esperados en los costes, beneficios y otros aspectos asociados a la actividad agrícola y ganadera, considerando las dimensiones económica, social, ambiental e institucional. Los resultados de este análisis reforzarán los del punto anterior (priorización de las medidas de adaptación, según las valoraciones de un grupo multidisciplinar de actores locales), ofreciendo un conocimiento más profundo sobre los puntos fuertes y débiles de cada una de las medidas, de acuerdo con la experiencia y percepciones de los principales destinatarios de las medidas de adaptación: los agricultores y ganaderos de la SCAB.

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio podrán informar la toma de decisiones en materia de gestión de agua y diseño de políticas agrarias, que refuercen la resiliencia de los agroecosistemas frente al cambio climático. Las medidas priorizadas, como la modernización del riego, la introducción de especies más resistentes y las prácticas sostenibles como la rotación de cultivos o la siembra directa, destacan por su potencial para proteger recursos clave como el agua y el suelo, contribuyendo así con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. En este sentido, la participación de actores locales durante el estudio no solo asegura una mayor calidad de los resultados obtenidos, sino también una mayor certeza en cuanto a la viabilidad y aceptación de estas medidas adaptativas dentro del sector agrario.

5. Referencias

- Alharbi, S., Felemban, A., Abdelrahim, A., & Al-Dakhil, M. (2024). Agricultural and technology-based strategies to improve water-use efficiency in arid and semiarid areas. *Water*, 16(13), 1842. DOI: 10.3390/w16131842
- Iglesias, A., & Garrote, L. (2018). Local and collective actions for adaptation to use less water for agriculture in the Mediterranean region. En *Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment: Tools, Strategies, and Challenges for Woody Crops* (pp. 73–84). Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-12-813164-0.00004-1
- Jiménez-Aguirre, M., Galea, C., Garde-Cabellos, S., Ribas-Tabares, D., Soriano, B., Esteve-Bengoechea, P., Blanco-Gutiérrez, I., Lizaso, J., Díaz-Ambrona, C. H., Pérez, D., Rodríguez-Sinobas, L., Ruiz-Ramos, M., Bardají, I., & Tarquis, A. M. (2024). Evaluating the demand for water for agricultural use for adaptation to climate change at the subbasin level (AGUAGRADA), EGU General Assembly 2024, Vienna, Austria, DOI: 10.5194/egusphere-egu24-17756
- Muench, S., Čechura, L., & Bavorova, M. (2024). Exploring the motives behind the adoption of climate change adaptation strategies among farmers in the Czech Republic. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 29(84). DOI: 10.1007/s11027-024-10179-5
- Nikolaou, G., Neocleous, D., Christou, A., Kitta, E., & Katsoulas, N. (2020). Implementing sustainable irrigation in water-scarce regions under the impact of climate change. *Agronomy*, 10(8), 1120. DOI: 10.3390/agronomy10081120
- Rivas-Tabares, D., Tarquis, A. M., Willaarts, B., & De Miguel, Á. (2019). An accurate evaluation of water availability in sub-arid Mediterranean watersheds through SWAT: Cega-Eresma-Adaja. *Agricultural Water Management*, 212, 211–225. DOI: 10.1016/j.agwat.2018.09.012
- UnNisa, Z., Govind, A., Marchetti, M., & Lasserre, B. (2022). A review of crop water productivity in the Mediterranean basin under a changing climate: Wheat and barley as test cases. *Irrigation and Drainage*, 71(S1), 51–70. DOI: 10.1002/ird.2710