

**Universitat de Lleida**  
**Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària**

## **TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

**MÀSTER EN ENGINYERIA AGRONÒMICA**

# **Desarrollo de indicadores técnico-económicos para evaluar la resiliencia y su aplicación en sistemas ovinos en Aragón**

**Autor:** Miquel Comas Piella

**Tutor:** Dr. Daniel Villalba Mata (UdL)

**Cotutor:** Dr. Daniel Martín Collado (CITA)

Lleida, mayo de 2024

## DATOS DEL TFM

- **Autor:** Miquel Comas Piella
- **Título:** Desarrollo de indicadores técnico-económicos para evaluar la resiliencia y su aplicación en sistemas ovinos en Aragón
- **Año de elaboración:** 2023-2024
- **Tutor:** Dr. Daniel Villalba Mata (Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida)
- **Cotutor:** Dr. Daniel Martín Collado (Departamento de Ciencia Animal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón)
- **Tipo de trabajo:** Trabajo Final de Máster
- **Titulación:** Màster en Enginyeria Agronòmica (MENAG)
- **Centro:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agroalimentària i Forestal i de Veterinària (ETSEAFiV)
- **Paraules clau:** Oví, resiliència, crisis
- **Palabras clave:** Ovino, resiliencia, crisis
- **Key words:** Sheep, resilience, crisis

## RESUM

La cria de petits remugants a Espanya genera una enorme riquesa, fixa la població i promou el desenvolupament de les zones rurals amb oportunitats productives i laborals limitades. No obstant això, en relació amb l'evolució del cens total d'oví a Espanya, el nombre d'efectius va disminuir un 35% des de l'any 1999 fins al 2019 i el nombre d'explotacions va disminuir un 8% des de l'any 2007 fins al 2022.

En l'escenari productiu actual, a l'Aragó existeixen diversos factors limitadors que dificulten la continuïtat de les explotacions, com per exemple la baixa rendibilitat. Per això, és fonamental entendre quins factors tecnicoeconòmics es relacionen amb la seva resiliència per poder establir estratègies de millora.

L'objectiu principal d'aquest treball és desenvolupar indicadors per avaluar la resiliència dels sistemes de cria d'ovelles de l'Aragó, amb la finalitat de proporcionar eines que recolzin accions futures encaminades a reduir l'impacte de les crisis.

A partir de dades tecnicoeconòmiques des de l'any 1993 fins a l'any 2022, s'han definit i localitzat els anys en què el sector ha sofert crisis i s'han identificat les causes d'aquestes. Al mateix temps, s'han identificat els indicadors tecnicoeconòmics es van relacionar amb una major o menor resiliència de les explotacions en cadascuna de les crisis.

Els resultats han constatat que el sector oví de l'Aragó es veu afectat per diferents factors, com sequeres i reformes de la Política Agrària Comuna, atès que en el 50% dels anys de l'última dècada el sector ha sofert crisis degudes al context econòmic o epidemiològic nacional. D'altra banda, no s'han identificat diferències de resiliència entre les diferents tipologies d'explotacions d'acord amb les dimensions de les mateixes (petites, mitjanes i grans) i al sistema d'explotació (secà, mixt i muntanya).

Finalment, els resultats apunten que, per ser resilents, les explotacions han de: (1) maximitzar la productivitat de les ovelles presents i (2) maximitzar la rendibilitat.

## RESUMEN

La cría de pequeños rumiantes en España genera una enorme riqueza, fija la población y promueve el desarrollo de las zonas rurales con oportunidades productivas y laborales limitadas. Sin embargo, en relación a la evolución del censo total de ovino en España, el número de efectivos disminuyó un 35% desde el año 1999 hasta el 2019 y el número de explotaciones disminuyó un 8% desde el año 2007 hasta el 2022.

En el escenario productivo actual, en Aragón existen varios limitantes que dificultan la continuidad de las explotaciones, como por ejemplo la baja rentabilidad. Por eso, es fundamental entender qué factores técnico-económicos se relacionan con su resiliencia para poder establecer estrategias de mejora.

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar indicadores para evaluar la resiliencia de los sistemas de cría de ovejas en Aragón, con el fin de proporcionar herramientas que respalden acciones futuras encaminadas a reducir el impacto de las crisis.

A partir de datos técnico-económicos desde 1993 hasta 2022, se han definido y localizado los años en que el sector ha sufrido crisis y se han identificado las causas de las mismas. A su vez, se han identificado qué indicadores técnico-económicos se relacionaron con una mayor o menor resiliencia de las explotaciones en cada una de las crisis.

Los resultados han constatado que el sector ovino en Aragón se ve afectado por diferentes factores, como sequías y reformas de la Política Agraria Común, dado que en el 50% de los años de la última década el sector ha sufrido crisis debidas al contexto económico o epidemiológico nacional. Por otra parte, no se han identificado diferencias de resiliencia entre las distintas tipologías de explotaciones de acuerdo al tamaño de las mismas (pequeñas, medianas y grandes) y al sistema de explotación (secano, mixto y montaña).

Finalmente, los resultados apuntan que, para ser resilientes, las explotaciones deben: (1) maximizar la productividad de las ovejas presentes y (2) maximizar la rentabilidad.

## **ABSTRACT**

The breeding of small ruminants in Spain generates enormous wealth, stabilizes the population, and promotes the development of rural areas with limited productive and employment opportunities. However, concerning the evolution of the total sheep census in Spain, the number of individuals decreased by 35% from 1999 to 2019, and the number of farms decreased by 8% from 2007 to 2022.

In the current production scenario, in Aragon there are several limitations that hinder the continuity of farms, such as low profitability, for example. Therefore, it is essential to understand which technical-economic factors are related to their resilience to establish improvement strategies.

The main objective of this work is to develop indicators to assess the resilience of sheep farming systems in Aragon, aiming to provide tools that support future actions aimed at reducing the impact of crises.

Based on technical-economic data from 1993 to 2022, the years in which the sector has experienced crises have been defined and located, and the causes of these crises have been identified. In turn, it has been determined which technical-economic indicators were related to greater or lesser resilience of farms in each crisis.

The results have shown that the sheep sector in Aragon is affected by different factors, such as droughts and reforms of the Common Agricultural Policy, as in 50% of the years of the last decade the sector has experienced crises due to national economic or epidemiological context. On the other hand, no differences in resilience have been identified among different types of farms according to their size (small, medium, and large) and the farming system (dryland, mixed, and mountain).

Finally, the results indicate that, to be resilient, farms must: (1) maximize the productivity of the sheep present and (2) maximize profitability.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Daniel Villalba, tutor d'aquest treball, que m'ha ajudat, assessorat i recolzat quan més ho necessitava.

A Daniel Martín, cotutor de este trabajo, y a Alicia Prat, doctoranda del CITA, por haber confiado en mí y por vuestra implicación en la realización de este trabajo.

A Oviaragón, por haber cedido los datos técnico-económicos de las explotaciones.

A la meva família, per haver-me transmès des de petit la devoció per l'agricultura i la ramaderia, i per aconsellar-me de la millor manera possible dia rere dia.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	11
2.	OBJETIVOS.....	13
3.	CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR OVINO EN ESPAÑA Y ARAGÓN .....	14
3.1.	El sector ovino en España.....	14
3.1.1.	Caracterización del sector.....	14
3.1.2.	Sistemas de producción.....	16
3.2.	El sector ovino en Aragón.....	17
3.2.1.	Situación actual.....	17
4.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
4.1.	Selección de las explotaciones de estudio.....	19
4.1.1.	Estudio de valores atípicos.....	20
4.2.	Desarrollo de indicadores técnico-económicos para evaluar la resiliencia.....	21
4.2.1.	Indicadores de robustez.....	22
4.2.2.	Indicadores de adaptabilidad.....	25
4.2.3.	Indicadores compuestos de robustez y adaptabilidad.....	28
4.3.	Identificación de años de crisis.....	28
4.4.	Análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y las tipologías de explotaciones.....	29
4.4.1.	Tipología de las explotaciones según su número medio de ovejas.....	30
4.4.2.	Tipología de las explotaciones según su sistema de explotación.....	31
4.5.	Identificación de variables técnico-económicas relacionadas con la superación de crisis.....	31
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1.	Identificación de años con crisis.....	33
5.1.1.	Evolución temporal de los indicadores de resiliencia.....	33
5.1.2.	Localización de crisis.....	34
5.1.3.	Análisis de las crisis.....	35
5.2.	Análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y las características técnicas de las explotaciones.....	38
5.2.1.	Número medio de ovejas.....	38
5.2.2.	Sistema de explotación.....	39
5.3.	Identificación de variables técnico-económicas relacionadas con la superación de crisis.....	40
6.	CONSIDERACIONES FINALES.....	44

7.	CONCLUSIONES DEL TRABAJO.....	46
8.	REFERENCIAS .....	47
9.	ANEJOS .....	50
	ANEJO 1: RESUMEN DE LOS AÑOS CON DATOS DE LAS EXPLOTACIONES SELECCIONADAS .....	51
	ANEJO 2: ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL MARGEN BRUTO	54
	ANEJO 3: CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES COMPUESTOS .....	57
	ANEJO 4: CÓDIGO DE R STUDIO .....	60
	ANEJO 5: RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CAPACIDADES DE RESILIENCIA POR EXPLOTACIÓN Y POR AÑO .....	68



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Evolución del censo de ganado ovino en España según tipo de animales.....	14
<b>Figura 2:</b> Distribución provincial del censo de ovejas el año 2021 en España. ....	15
<b>Figura 3:</b> Resultados del análisis multivariante para encontrar valores atípicos con el método de componentes principales.....	20
<b>Figura 4:</b> Ilustración de los tres indicadores de robustez. ....	22
<b>Figura 5:</b> Evolución temporal de la robustez y de la adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 1.....	33
<b>Figura 6:</b> Evolución temporal de la robustez y de la adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 2.....	34
<b>Figura 7:</b> Porcentaje de explotaciones del Periodo 1 que sufrieron Shocks.....	34
<b>Figura 8:</b> Porcentaje de explotaciones del Periodo 2 que sufrieron Shocks.....	35
<b>Figura 9:</b> Representación gráfica de componentes principales de los indicadores de robustez con indicadores técnico-económicos del año 1997.....	41
<b>Figura 10:</b> Evolución temporal del margen bruto por explotación de las explotaciones del Periodo 1.....	54
<b>Figura 11:</b> Evolución temporal del margen bruto por oveja de las explotaciones del Periodo 1.....	54
<b>Figura 12:</b> Evolución temporal del margen bruto por UTA de las explotaciones del Periodo 1.....	55
<b>Figura 13:</b> Evolución temporal del margen bruto por explotación de las explotaciones del Periodo 2.....	55
<b>Figura 14:</b> Evolución temporal del margen bruto por oveja de las explotaciones del Periodo 2.....	56
<b>Figura 15:</b> Evolución temporal del margen bruto por UTA de las explotaciones del Periodo 2.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Análisis de las crisis. ....	36
<b>Tabla 2:</b> Resultados del análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y el número medio de ovejas en los años que ha habido crisis. ....	38
<b>Tabla 3:</b> Resultados del análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y el sistema de explotación en los años que ha habido crisis. ....	39
<b>Tabla 4:</b> Resultados del análisis de componentes principales con indicadores técnico-económicos. ....	42
<b>Tabla 5:</b> Resumen de los años con datos de las explotaciones del Periodo 1. ....	52
<b>Tabla 6:</b> Resumen de los años con datos de las explotaciones del Periodo 2. ....	53
<b>Tabla 7:</b> Resultados del KMO y del ACP para robustez. ....	58
<b>Tabla 8:</b> Resultados del KMO y del ACP para adaptabilidad. ....	59
<b>Tabla 9:</b> Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 1. ....	68
<b>Tabla 10:</b> Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad en los años del Periodo 1. ....	69
<b>Tabla 11:</b> Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 2. ....	69
<b>Tabla 12:</b> Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad en los años del Periodo 2. ....	69

# 1. INTRODUCCIÓN

La cría de pequeños rumiantes en España genera una enorme riqueza desde multitud de puntos de vista económicos, sociales y ambientales. Entre otros aspectos, el sector genera puestos de trabajo en zonas desfavorecidas y con importantes condicionantes orográficos, fijando la población y permitiendo el desarrollo de las zonas rurales con menores oportunidades productivas y laborales (MAPA, 2021).

A finales del siglo XIX el sector de los pequeños rumiantes constituía la aportación agraria más importante en España (Ortuño y González, 1999). Desde finales del siglo XX, y especialmente durante las últimas dos décadas, el sector ha sufrido un descenso dramático del número de cabezas y explotaciones, por una combinación de factores socioeconómicos. A pesar de este descenso, en la actualidad el sector ovino mantiene un importante valor económico anual que supone cerca del 10% de la producción final ganadera de España, situándose detrás del sector porcino y del sector vacuno (MAPA, 2022).

Por otra parte, la cabaña de pequeños rumiantes en España destaca por su elevada diversidad genética, con numerosas razas adaptadas a lo largo de los siglos a las condiciones climáticas y edafológicas. Además, el uso de los recursos pastorales, característico de los sistemas extensivos y semi-extensivos de pequeños rumiantes, generan múltiples servicios ecosistémicos. Por ejemplo, ayudan a la captación de carbono en los suelos de los pastos y garantizan la limpieza y gestión de los puertos, bosques y cordilleras (Daza, 2002).

Por todo ello, el papel de los sistemas ganaderos ovinos en la economía y en la sociedad agraria española ha sido fundamental, y actualmente su conservación debería ser prioritaria para mantener la actividad agraria en las áreas rurales más remotas (Rodríguez et al., 2018).

Para que el sector pueda seguir adelante con su actividad, las explotaciones ganaderas deben ser sostenibles económica, social y medioambientalmente. En particular, la rentabilidad es un factor clave para la continuidad de las explotaciones.

La continuidad de las explotaciones requiere que sean resilientes, entendiendo la resiliencia como la capacidad de un sistema para proporcionar bienes públicos y privados a pesar de la exposición a crisis y tensiones económicas, sociales, ambientales e institucionales mediante la explotación de las capacidades de resiliencia de robustez, adaptabilidad y transformabilidad (Meuwissen et al., 2019).

La importancia de contar con explotaciones resilientes emerge en las últimas décadas, donde se ha visto como la crisis económica de 2008 o la pandemia de COVID-19, han golpeado los sistemas agroalimentarios, revelando su vulnerabilidad y desafiando la seguridad alimentaria (Knickel et al., 2018).

Estas situaciones ocurren en un contexto de cambio global, que se refiere a los cambios a gran escala que afectan al funcionamiento de los sistemas terrestres (p. ej., cambio climático, pérdida de biodiversidad, procesos de globalización...). En este contexto las tensiones o crisis de corto plazo serán más frecuentes, pero también estarán acompañadas de cambios lentos y persistentes o tensiones a largo plazo (por ej., clima, demografía, mercados...) (Meuwissen et al., 2019). Por lo tanto, en la actualidad evaluar y analizar la resiliencia de estas explotaciones tiene un gran interés para entender cómo mejorar su viabilidad.

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo principal de este trabajo es desarrollar indicadores para evaluar la resiliencia de los sistemas ovinos de producción cárnica en Aragón, con el fin de proporcionar herramientas para implementar acciones potenciales para mitigar el impacto de futuras crisis.

Dichos indicadores se usarán para definir y localizar los años en los que el sector ha sufrido crisis significativas, con el fin de identificar en cada caso los factores causantes de la disminución de la resiliencia de las explotaciones. Estos factores pueden incluir sequías, reformas de la Política Agraria Común y otras perturbaciones que pudieran haber afectado al sector.

Finalmente, se determinarán las características técnico-económicas de las explotaciones que influyen en su capacidad de enfrentarse a las crisis.

### 3. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR OVINO EN ESPAÑA Y ARAGÓN

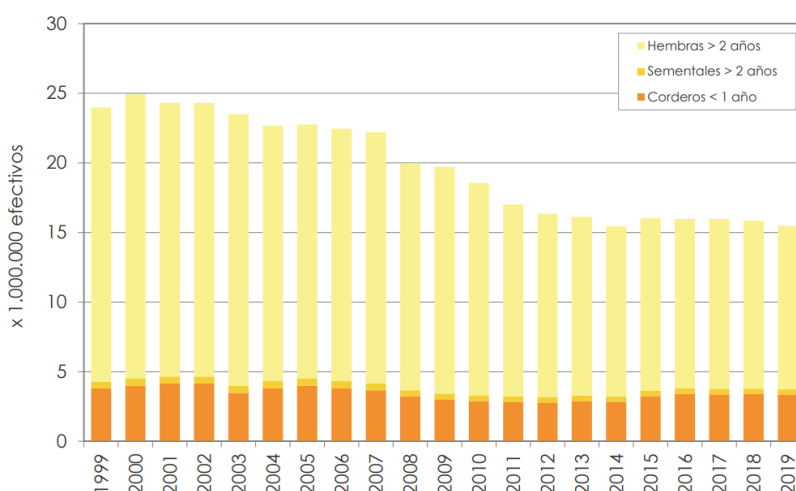
#### 3.1. El sector ovino en España

##### 3.1.1. Caracterización del sector

Desde la edad media, el sector ovino español ha tenido una gran importancia dentro de Europa, siendo España uno de los países con mayor producción y exportación de lana desde el siglo XIII hasta la segunda mitad del siglo XIX. Además, tradicionalmente el ganado ovino ha tenido una función muy importante desde el punto de vista medioambiental, social y comercial (Cruces, 2017).

A partir de la década de 1960, como consecuencia de los grandes cambios en los sistemas agrícolas derivados de la revolución verde y otras dinámicas socioculturales, entre las que cabe destacar el despoblamiento rural, en España han aumentado los sistemas intensivos basados en especies monogástricas (principalmente cerdos y aves de corral). Por otro lado, los sistemas de cría de ganado basados en pequeños rumiantes (principalmente ovejas y cabras) han sido relativamente marginados y abandonadas debido a la baja rentabilidad y a la dureza del trabajo (Collantes, 2003).

En relación a la evolución del censo total de ovino en España, el número de efectivos disminuyó un 35% desde el año 1999 hasta el 2019 (Figura 1). Por otro lado, el número de explotaciones disminuyó un 8% desde el año 2007 hasta el 2022 (MAPA, 2022).

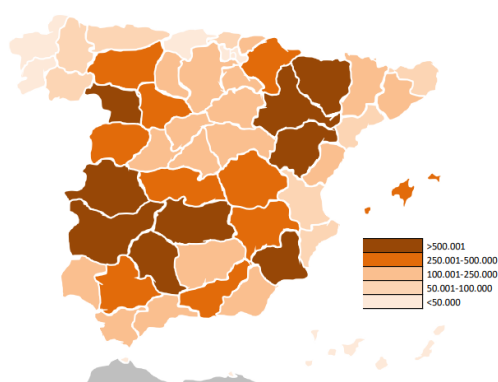


**Figura 1:** Evolución del censo de ganado ovino en España según tipo de animales (RENGRATI, 2020).

Actualmente, el sector ovino-caprino, incluyendo las orientaciones productivas de carne y leche, representa aproximadamente el 4 % de la Producción Final Agraria (PFA) en España, con un valor estimado de 2.390,6 millones de euros en 2022. Además, en el ámbito comunitario (UE-27), España aporta el 24% del censo total de ovino, situándose como el primer país en importancia por número de animales según el censo comunitario (MAPA, 2022).

Respecto al ovino de carne, aproximadamente el 79,9% del censo se concentra en cinco comunidades autónomas: Extremadura, Andalucía, Castilla y León, Aragón y Castilla-La Mancha (Figura 2).

Se trata de explotaciones que aprovechan una amplia base territorial, ya sea en régimen de propiedad o arrendamiento, que utilizan para la alimentación del ganado (por ejemplo, pastos, rastrojeras, barbechos, pastos comunales...) y que en épocas de escasos recursos o por necesidades productivas emplean alimentación suplementaria (RENGRATI, 2020).



**Figura 2:** Distribución provincial del censo de ovejas el año 2021 en España (MAPA, 2022).

Por otra parte, en los sistemas ganaderos ovinos de carne los efectivos ganaderos son en su mayoría de razas autóctonas, lo que favorece el mantenimiento del patrimonio genético y, por otra parte, al utilizar de forma racional los recursos naturales, ayudan a la conservación del medio ambiente (MAPA, 2022).

### **3.1.2. Sistemas de producción**

La estructura y el tamaño de las explotaciones del sector ovino de carne es muy variable en función de factores como el área geográfica, la orientación productiva o el sistema de explotación, aunque la mayor parte de las explotaciones son de carácter familiar y extensivas o semi-extensivas.

Las explotaciones ovinas en España principalmente se concentran en las zonas de clima mediterráneo y continental del interior, aunque se pueden establecer diferentes áreas (MAPA, 2022; Lavín y Mantecón, 2005; Lavín et al., 2018 y Gutiérrez, 2018).

**Área 1 (País Vasco y Navarra):** En esta área la abundancia de pastos permite la alimentación del ganado con recursos naturales, ya sea directamente por pastoreo o indirectamente a partir de forrajes.

**Área 2 (Ebro):** Integrada por Aragón, la parte sur de Navarra, La Rioja, oeste de Catalunya, norte del País Valenciano y este de Castilla-La Mancha y de Castilla y León.

En esta área las zonas con mejores recursos pastables solamente permiten un aprovechamiento temporal y en algunos casos los ganaderos optan por realizar trashumancia.

La raza ovina más importante de esta área es la Rasa Aragonesa, que tiene una orientación cárnica dirigida a la producción de corderos jóvenes (ternascos). Además, en Aragón gran parte de estos corderos se comercializan bajo la denominación IGP Ternasco de Aragón.

Esta raza se cría principalmente en sistemas semi-extensivos basados en pastos, en pastizales, rastrojos y parcelas de hierba. Las ovejas generalmente reciben alimentación suplementaria durante la cría del cordero, y excepcionalmente durante los meses de invierno.

**Área 3 (Meseta):** En esta área predominan principalmente rebaños lecheros sobre tierras de laboreo de dominante cultivo cerealista (principalmente cebada). Sin embargo, las zonas adehesadas suelen tener un ganado de aptitud cárnica.

En las comunidades de Madrid y Castilla-La Mancha predomina el ganado de raza Manchega, destinado a la producción de leche, mientras que en la comunidad de Castilla y León predominan las razas Churra y Castellana, que también tienen la misma orientación productiva.



**Área 4 (Sudoeste y Andalucía):** En esta área se encuentran muchas explotaciones extensivas adhesionadas que comparten los ganados vacuno, porcino y ovino (principalmente de la raza Merina).

El ganado se alimenta de los pastos naturales durante el periodo comprendido entre los meses de octubre y de junio. Además, durante el periodo de ausencia de pasto se recurre al pastoreo en abundantes rastrojeras de la zona, por lo que la suplementación que recibe el ganado es muy escasa.

**Área 5 (Otras áreas):** En general, en la zona costera mediterránea y las comunidades de Galicia, Cantabria, Asturias, Baleares y Canarias la presencia de pequeños rumiantes es muy escasa, ya que en la zona mediterránea predomina la agricultura y en la zona norte el ganado vacuno.

## **3.2. El sector ovino en Aragón**

### ***3.2.1. Situación actual***

La ganadería ovina ha constituido el sector ganadero por excelencia en Aragón. Esto se debe a su clima árido y seco que hace que disponga de limitados pastos frescos naturales favoreciendo la cría de animales resistentes como las ovejas, que se alimentan básicamente de rastrojos cerealistas de los secanos (Gobierno de Aragón, 2023).

El sistema de explotación utilizado históricamente ha sido el extensivo, especializándose sobre todo en el sector ovino trashumante, donde las ovejas aprovechan los pastos naturales, los barbechos y los residuos agrícolas. En la actualidad, debido a la separación que ha habido entre la agricultura y la ganadería, la escasez de mano de obra y los cambios en los sistemas productivos, se está empezando a inclinar más por un sistema semi-extensivo o intensivo (Gil et al., 2003).

En las regiones euromediterráneas los sistemas ovinos se encuentran principalmente en zonas desfavorecidas y suelen estar asociados a los cultivos de cereales, de forma que la complementariedad de los recursos y la diversificación de las producciones forman la base de la mayoría de ellos (Pardos et al., 2014).

Según datos correspondientes al Censo Agrario, Aragón cuenta con 1.936.347 cabezas de ovino, lo que supone casi el 12% del total de la cabaña española y sitúa a Aragón como la quinta Comunidad Autónoma por número de cabezas, por detrás de Andalucía (2.118.935), Castilla-La Mancha (2.580.226), Extremadura (3.395.638) y Castilla y León (3.408.569). Se trata de una actividad muy extendida por todo el territorio aragonés y principalmente en cuatro regiones - La Ribagorza (108.596 cabezas), Los Monegros (138.315), Cinco Villas (163.218) y la provincia de Teruel (201.949). Dichas áreas suman más de 600.000 cabezas, lo que supone el 30,98% del censo ovino de la Comunidad Autónoma (Gobierno de Aragón, 2023).

Por otro lado, el Ternasco de Aragón fue una de las primeras carnes frescas que obtuvo el reconocimiento de Denominación Específica y de Indicación Geográfica Protegida. Se caracteriza por ser una de las mejores carnes de cordero de España y una de las más demandadas, sobre todo en Aragón (Castellano, 2016).

En el caso del ovino en Aragón, se ha señalado en numerosas ocasiones su papel como proveedor de servicios ambientales, mantenedor del patrimonio cultural y de la actividad económica y tejido social de amplias zonas rurales. Esto es especialmente importante en aquellas áreas rurales más vulnerables a la falta de inversión y a la despoblación (Soriano et al., 2023).

Por estas razones, el sector ovino de carne es importante en Aragón desde el punto de vista económico, social y ambiental.

## **4. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1. Selección de las explotaciones de estudio**

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “Fortaleciendo la resiliencia de los sistemas ganaderos de pequeños rumiantes de razas locales: de la COVID-19 al cambio global (RUMIRES)”. Proyecto PID2020-120312RA-I00 financiado por MCIU/ AEI /10.13039/501100011033.

La base de datos técnico-económicos de las explotaciones utilizada en este trabajo fue proporcionada por Oviaragón (<https://oviaragon.com/>), que es una cooperativa especializada en la gestión de explotaciones ovinas en Aragón y en la comercialización de corderos. La base de datos contenía datos anónimos de más de 100 explotaciones desde 1993 hasta 2022 para más de 150 indicadores. De todos ellos, solo se seleccionaron 57 indicadores que contaban con datos completos para toda la serie temporal.

En el conjunto de las explotaciones, un gran porcentaje contaba con datos faltantes en un número variable de años. Con el objetivo de estudiar el máximo número de explotaciones y de abarcar toda la serie temporal, se decidió incluir aquellas que tenían menos de dos años consecutivos con datos faltantes. Cumpliendo con este criterio, y para considerar la mayor cantidad de datos posible, se observó que el conjunto de datos podía agruparse en dos periodos: del 1993 al 2006 y del 2006 al 2022.

El periodo comprendido entre 1993 y 2006 contaba con datos de 38 explotaciones (Periodo 1) y el periodo comprendido entre 2006 y 2022 contaba con datos de 10 explotaciones (Periodo 2). Para el desarrollo de este trabajo se analizaron los datos de forma independiente para cada uno de los periodos.

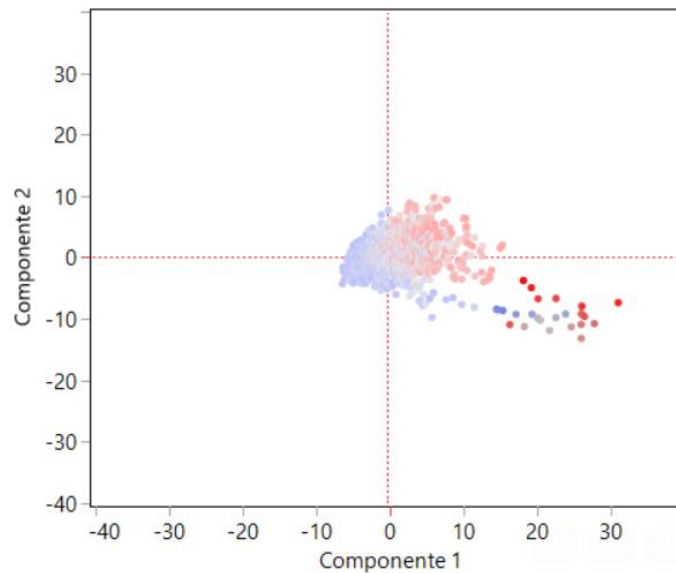
Las explotaciones incluidas en ambos periodos no son las mismas, salvo en dos casos. En el Anejo 1 se puede encontrar información adicional de las explotaciones seleccionadas y de los años con datos faltantes. Para el estudio, los datos de los años faltantes se estimaron a partir de una interpolación de los datos de los años existentes.

#### 4.1.1. Estudio de valores atípicos

Se llevó a cabo un estudio de los indicadores recogidos en las explotaciones para encontrar valores atípicos con el objetivo de limpiar la base de datos y determinar si existían explotaciones singulares que pudieran afectar a la interpretación de los resultados.

Un valor atípico es una observación que numéricamente es muy distinta al resto de elementos de una muestra. Para encontrarlos se realizó un análisis multivariante con el método de componentes principales, que es una técnica estadística útil para detectar y describir posibles singularidades en las bases de datos.

El análisis multivariante identificó 24 valores atípicos, 22 de los cuales pertenecían a la misma explotación, lo que representa el 92% de los valores atípicos (Figura 3).



**Figura 3:** Resultados del análisis multivariante para encontrar valores atípicos con el método de componentes principales.

La explotación que tenía la mayoría de valores atípicos pertenecía al Periodo 1, pero se decidió descartarla para los análisis de este trabajo para evitar posibles distorsiones en los resultados. Por lo tanto, en última instancia, el Periodo 1 constaba de 37 explotaciones y el Periodo 2 de 10 explotaciones.

## **4.2. Desarrollo de indicadores técnico-económicos para evaluar la resiliencia**

En este trabajo entendemos resiliencia como: *capacidad de un sistema para proporcionar bienes públicos y privados a pesar de la exposición a crisis y tensiones económicas, sociales, ambientales e institucionales mediante la explotación de las capacidades de resiliencia de robustez, adaptabilidad y transformabilidad* (Meuwissen et al., 2019).

Estas tres capacidades son fundamentales para que los ganaderos afronten la incertidumbre y son esenciales para que las explotaciones sean resilientes. En primer lugar, la robustez está relacionada con la estabilidad y los sistemas robustos tienen como objetivo absorber y persistir frente al riesgo para mantener el sistema de producción actual. Por el contrario, la adaptabilidad y la transformabilidad requieren flexibilidad. La adaptabilidad representa la capacidad de una explotación para ajustar los procesos de producción, mientras que la transformabilidad refleja un cambio radical en el enfoque empresarial.

Se realizó una búsqueda bibliográfica para poder analizar diferentes trabajos que evalúan la resiliencia de distintos sectores económicos, aunque la búsqueda se centró mayoritariamente en el sector ganadero. Como resultado de dicha revisión, este trabajo se basa en la metodología desarrollada en el trabajo titulado “*Quantifying the resilience of European farms using FADN*” (Slijper et al., 2022), ya que dicha metodología puede adaptarse a los datos técnico-económicos disponibles de las explotaciones aragonesas.

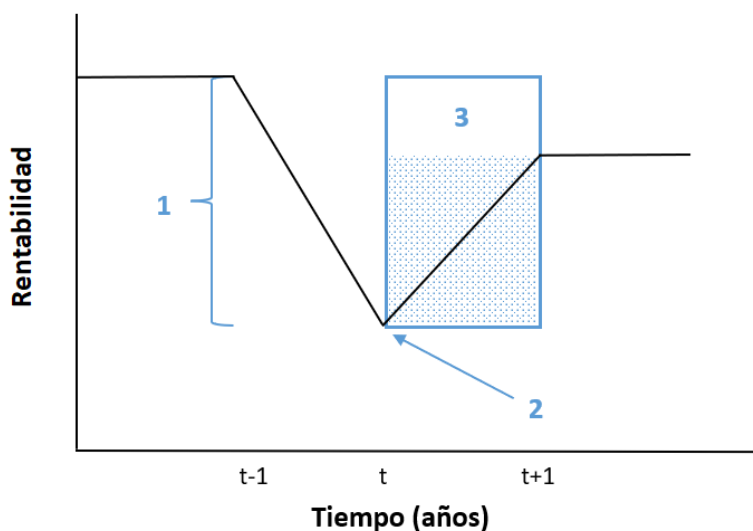
En el trabajo de Slijper et al. (2022), la resiliencia de las explotaciones se cuantificó a partir de indicadores compuestos de robustez, adaptabilidad y transformabilidad. Sin embargo, la base de datos de Oviaragón no permitía desarrollar indicadores de transformabilidad, ya que carecía de datos referentes a la conversión de la ganadería convencional a la ecológica o a cambios sustanciales en el tipo de explotación, por lo que se evaluó la resiliencia solamente a partir de las capacidades de robustez y de adaptabilidad.

Por otro lado, no se utilizó un indicador de resiliencia general que agregara la robustez, la adaptabilidad y la transformabilidad, ya que no se encontró una base teórica que describiera adecuadamente las compensaciones entre las tres capacidades de resiliencia.

A continuación, se describe la metodología y la adaptación de los indicadores de robustez y de adaptabilidad para su uso en el presente trabajo.

#### 4.2.1. Indicadores de robustez

La robustez es la capacidad de resistir, absorber y recuperarse de situaciones (in)esperadas. Para obtener un valor de la robustez, se utilizaron tres indicadores basados en la rentabilidad de las explotaciones: Resistencia, Shock y Tasa de recuperación (Figura 4).



**Figura 4:** Ilustración de los tres indicadores de robustez: (1) la Resistencia es la disminución porcentual de la rentabilidad, (2) el Shock es una disminución severa de la rentabilidad y (3) la Tasa de recuperación es el grado de recuperación después de una disminución de la rentabilidad. Toda la caja representa la disminución de la rentabilidad y el área sombreada es el grado de recuperación después de un año (Adaptada de Slijper et al., 2022).

Para medir la robustez de las explotaciones, primero se calcularon los 3 indicadores de robustez por separado y, posteriormente, se agregaron en un indicador compuesto que se calculó a partir de la media de los indicadores normalizados. De esta manera, las explotaciones más robustas tenían valores de robustez cercanos a 1 y las explotaciones menos robustas tenían valores de robustez cercanos a 0 (ver apartado 4.2.3).

Antes de definir matemáticamente los indicadores de robustez, se debía elegir el indicador económico que permitiría comparar las explotaciones en función de la rentabilidad. Para ello, se examinó la evolución temporal del margen bruto por explotación, del margen bruto por Unidad de Trabajo Agrario (UTA) y del margen bruto por oveja para analizar si seguían el mismo patrón.

Al verificar que todos seguían el mismo patrón, como se puede ver en el Anejo 2, se optó por utilizar el margen bruto por explotación incluyendo las subvenciones de la Política Agraria Común (PAC).

Para calcular los indicadores de robustez primero se normalizó el margen bruto por explotación de todas las explotaciones dentro de cada año en una escala de 0 a 1, donde 0 representa la explotación menos rentable y 1 la más rentable (Fórmula 1):

$$MBn_t = \frac{MB_t - \min MB_t}{\max MB_t - \min MB_t} \quad (1)$$

donde  $MBn_t$  es el margen bruto normalizado de la explotación en el año  $t$ ,  $MB_t$  es el margen bruto de la explotación en el año  $t$ ,  $\min MB_t$  es el valor del margen bruto más bajo de todas las explotaciones en el año  $t$  y  $\max MB_t$  es el valor del margen bruto más alto de todas las explotaciones en el año  $t$ .

### **(1) Resistencia**

El primer indicador de robustez es la Resistencia, que se define como la disminución de rentabilidad a lo largo del tiempo, donde una menor disminución de la rentabilidad implica que una explotación es más resistente. A su vez, los niveles más altos de resistencia resultan en explotaciones más robustas.

Para calcular el indicador Resistencia, el margen bruto por explotación se normalizó dentro de cada año (Fórmula 1). A partir de ese valor, se definió el indicador Resistencia de la siguiente manera (Fórmula 2):

$$Resistencia_t = \begin{cases} 0 & \text{si } MBn_t \geq MBn_{t-1} \\ \frac{MBn_t - MBn_{t-1}}{MBn_{t-1}} & \text{si } MBn_t < MBn_{t-1} \end{cases} \quad (2)$$

donde  $Resistencia_t$  es la Resistencia en el año  $t$ , y  $MBn_t$  es el margen bruto de la explotación normalizado en el año  $t$ . Por lo tanto, el indicador Resistencia es una variable continua en el dominio  $[-1,0]$ , donde un valor de  $-1$  indica la resistencia más baja posible y un valor de  $0$  indica la resistencia más alta posible. Además, se asignó el valor máximo de  $0$  si no hay disminución del margen bruto normalizado.

## (2) Shock

El segundo indicador de robustez es el Shock y se define como una disminución de la rentabilidad normalizada de al menos el 30 por ciento. El umbral de una disminución del 30 por ciento en la rentabilidad se basa en la OECD (2011), que define una disminución del 30 por ciento en la rentabilidad como un riesgo catastrófico.

Para calcular el indicador Shock el margen bruto por explotación se normalizó dentro de cada año (Fórmula 1). Seguidamente, se calculó la variación de la rentabilidad de la explotación (Fórmula 3):

$$VR_t = \frac{MBn_t - MBn_{t-1}}{MBn_{t-1}} \quad (3)$$

donde VR es la variación de la rentabilidad de la explotación en el año t respecto al año t-1, y MBn<sub>t</sub> es el margen bruto de la explotación normalizado en el año t.

De esta forma, se definió el indicador Shock de la siguiente manera (Fórmula 4):

$$Shock_t = \begin{cases} 0 & \text{si } VR_t < 0,7 \\ 1 & \text{si } VR_t \geq 0,7 \end{cases} \quad (4)$$

El indicador Shock toma el valor 0 si ocurrió un shock severo y 1 en caso contrario. Por lo tanto, las explotaciones ganaderas que se enfrentan un shock severo en su rentabilidad son menos capaces de resistir las crisis y, por lo tanto, son menos robustas.

## (3) Tasa de recuperación

El tercer indicador de robustez es la Tasa de recuperación y se define como el grado de recuperación después de un tiempo determinado. Es decir, mide el grado en que las explotaciones pueden recuperarse a niveles anteriores de rentabilidad.

Para calcular el indicador Tasa de recuperación el margen bruto por explotación se normalizó dentro de cada año (Fórmula 1). A partir de ese valor, se definió el indicador Tasa de recuperación de la siguiente manera (Fórmula 5):

$$TR_{t+1} = \begin{cases} 1 & \text{si } MBn_t \geq MBn_{t-1} \\ \frac{MBn_{t+1} - MBn_t}{nMBn_{t-1} - MBn_t} & \text{si } MBn_t < MBn_{t-1} \end{cases} \quad (5)$$



donde  $TR_{t+1}$  es la Tasa de recuperación después de un año, y  $MB_t$  es el margen bruto de la explotación normalizado en el año  $t$ . El indicador Tasa de recuperación es una variable continua en el dominio  $[0,1]$  y toma el valor 0 si no hay recuperación y 1 en caso de que la recuperación sea total.

#### ***4.2.2. Indicadores de adaptabilidad***

La adaptabilidad se refleja en cambios en la composición de los insumos, la producción, la comercialización y la gestión de riesgos de una explotación (Meuwissen et al., 2019). Estos cambios pueden ser hacia composiciones de insumos o procesos de producción más o menos intensivos, lo que implica un reajuste de los procesos de producción. Esto se entiende como adaptación.

Es por este motivo que se analizó el valor absoluto de los cambios en los insumos y los procesos de producción de las explotaciones. De esta forma, se consideró que las explotaciones que más se adaptaron son las que muestran una mayor variación en el indicador en el año de estudio ( $t$ ) respecto al año anterior ( $t-1$ ).

Cabe destacar que la dirección del cambio no es importante; no importa si la adaptación es hacia prácticas de producción más o menos intensivas, y por lo tanto se trabaja con valores absolutos.

En el trabajo de Slijper et al. (2022) se estudiaron tres indicadores de adaptación para explotaciones ganaderas mediante el estudio de cambios en unidades ganaderas por hectárea, proporción de alimentación propia y mano de obra.

Los datos técnico-económicos disponibles de las explotaciones aragonesas no permitían utilizar los mismos indicadores que usa Slijper et al. (2022), por lo que se desarrollaron tres indicadores similares para medir la adaptabilidad: (1) variación en intensificación de la alimentación, (2) variación en la ratio de autosuficiencia y (3) variación en la mano de obra.

##### ***(1) Variación en intensificación de la alimentación***

Para evaluar la intensificación de la alimentación, en el trabajo Slijper et al. (2022) se utiliza la carga ganadera. Para este trabajo, al no disponer de los datos de la carga ganadera de las explotaciones, la variable utilizada para medir la intensificación de la alimentación es la “Variación de la importancia relativa del coste de arrendamientos totales sobre el coste total de alimentación” (CA), que se definió de la siguiente manera (Fórmula 6):

Variación de la importancia relativa del coste de arrendamientos totales sobre el coste total de alimentación ( $CA_t$ )=  $\frac{\text{Coste del arrendamiento de pastos}}{\text{Coste total de alimentación}}$  (6)

A continuación, se normalizó para cada año t la variable CA en una escala de 0 a 1 (Fórmula 7):

$$CAN_t = \frac{CA_t - \min CA_t}{\max CA_t - \min CA_t} \quad (7)$$

donde  $CAN_t$  es la variable CA normalizada de la explotación en el año t,  $CA_t$  es la variable CA de la explotación en el año t,  $\min CA_t$  es el valor de la variable CA más bajo de todas las explotaciones en el año t y  $\max CA_t$  es el valor de la variable CA más alto de todas las explotaciones en el año t.

Luego, se calculó el indicador “Variación en intensificación de la alimentación” (VIA), que se definió de la siguiente manera (Fórmula 8):

$$VIA_t = \left| \frac{CAN_{t-1}}{CAN_t} \right| \quad (8)$$

donde  $VIA_t$  es el indicador VIA en el año t, y  $CAN_t$  es la variable CAN en el año t.

El indicador VIA es una variable continua en el dominio [0,1], donde un valor de 0 indica la adaptabilidad más baja posible y un valor de 1 indica la adaptabilidad más alta posible.

## (2) Variación en la ratio de autosuficiencia

Las explotaciones ganaderas que son más flexibles están en mejores condiciones de adaptarse a las crisis, ya sea comprando más alimentos si los precios de los mismos son bajos o produciendo más alimentos si los precios de los mismos son altos (Martin y Magne, 2015; Wreford y Topp, 2020). Por lo tanto, un mayor cambio (en valor absoluto) en la proporción de alimento implica una explotación ganadera más adaptable.

En primer lugar, se definió la variable utilizada para calcular el indicador Variación en la ratio de autosuficiencia (Fórmula 9):

$$\text{Ratio de autosuficiencia } (RA_t) = \frac{\text{Coste de la alimentación comprada}}{\text{Coste total de la alimentación}} \quad (9)$$

A continuación, se normalizó para cada año t la variable RA en una escala de 0 a 1 (Fórmula 10):

$$RAN_t = \frac{RA_t - \min RA_t}{\max RA_t - \min RA_t} \quad (10)$$

donde  $RAn_t$  es el RA normalizado de la explotación en el año t,  $RA_t$  es el RA de la explotación en el año t,  $\min RA_t$  es el valor del RA más bajo de todas las explotaciones en el año t y  $\max RA_t$  es el valor del RA más alto de todas las explotaciones en el año t.

Luego, se calculó el indicador “Variación en la ratio de autosuficiencia” (VRA), que se definió de la siguiente manera (Fórmula 11):

$$VRA_t = \left| \frac{RAn_{t-1}}{RAn_t} \right| \quad (11)$$

donde  $VRA_t$  es el indicador VRA en el año t, y  $RAn_t$  es la variable RAn en el año t.

El indicador VRA es una variable continua en el dominio [0,1], donde un valor de 0 indica la adaptabilidad más baja posible y un valor de 1 indica la adaptabilidad más alta posible.

### (3) Variación en la mano de obra

El último indicador calculado para evaluar la adaptabilidad de las explotaciones está relacionado con el trabajo y se refiere a la flexibilidad para atraer mano de obra. De esta manera, una mayor capacidad para cambiar la cantidad de mano de obra por hectárea o por cabeza de ganado refleja prácticas agrícolas más flexibles y una mayor adaptabilidad.

En primer lugar, se definió la variable utilizada para calcular el indicador Variación en la mano de obra (Fórmula 12):

$$\text{Número de UTA por oveja (MA)} = \frac{N^{\circ} \text{ UTA totales}}{N^{\circ} \text{ de ovejas}} \quad (12)$$

A continuación, se normalizó para cada año t la variable MA en una escala de 0 a 1 (Fórmula 13).

$$MA_n_t = \frac{MA_t - \min MA_t}{\max MA_t - \min MA_t} \quad (13)$$

donde  $MA_n_t$  es el MA normalizado de la explotación en el año t,  $MA_t$  es el MA de la explotación en el año t,  $\min MA_t$  es el valor del MA más bajo de todas las explotaciones en el año t y  $\max MA_t$  es el valor del MA más alto de todas las explotaciones en el año t.

Luego, se calculó el indicador “Variación en la mano de obra” (VMA), que se definió de la siguiente manera (Fórmula 14):

$$VMA_t = \left| \frac{MA_n_{t-1}}{MA_n_t} \right| \quad (14)$$

donde  $VMA_t$  es el indicador VMA en el año t, y  $MA_n_t$  la variable MA en el año t.

El indicador VMA es una variable continua en el dominio  $[0,1]$ , donde un valor de 0 indica la adaptabilidad más baja posible y un valor de 1 indica la adaptabilidad más alta posible.

#### ***4.2.3. Indicadores compuestos de robustez y adaptabilidad***

La agregación de los 3 indicadores de robustez en un indicador compuesto de robustez y de los 3 indicadores de adaptabilidad en un indicador compuesto de adaptabilidad es uno de los objetivos de este trabajo, ya que permite analizar la evolución de la resiliencia incorporando todas las variables calculadas.

El método elegido para construir los indicadores compuestos de robustez y adaptabilidad fue calcular la media de los 3 indicadores de robustez para el indicador compuesto de robustez, e igualmente para el indicador compuesto de adaptabilidad. En el Anejo 3 se puede encontrar información adicional acerca de la construcción de los indicadores compuestos de robustez y adaptabilidad.

Esto implica que cada indicador de robustez y de adaptabilidad tiene un peso del 33,33%, y este es constante a lo largo de los años. Por lo tanto, las explotaciones con valores más altos en el índice compuesto tienen mayor robustez o adaptabilidad que las explotaciones con valores más bajos.

Cabe destacar que para construir el indicador compuesto de adaptabilidad no se tuvo que transformar ningún indicador, ya que todos estaban en el rango  $[0,1]$ . Sin embargo, para construir el indicador compuesto de robustez se tuvo que transformar el indicador Resistencia, que se pasó de un rango  $[-1,0]$  a un rango de  $[0,1]$ , haciendo que el valor -1 fuera equivalente a 0 y el valor 0 a 1. El resto de los indicadores de robustez se mantuvieron con su rango original  $[0,1]$ .

### **4.3. Identificación de años de crisis**

Uno de los principales objetivos de este trabajo es identificar los años en que el sector ovino en Aragón sufrió crisis y determinar la causa de cada una de ellas con el fin de poder analizar los factores responsables de las disminuciones de resiliencia en las explotaciones.

Para determinar los años que hubo crisis se representó la evolución de los indicadores compuestos de robustez y de adaptabilidad a lo largo de los años. Al observar que la robustez era mucho más variable que la adaptabilidad, se optó por utilizar uno de los indicadores de robustez para determinar los años de crisis.

El indicador elegido fue el Shock, que toma el valor 0 cuando la explotación ha tenido una disminución de la rentabilidad normalizada de al menos el 30 por ciento y 1 en el caso contrario. Por lo tanto, las explotaciones con valores de Shock igual a 1 son las más resilientes.

Se consideró que los años de crisis son aquellos en los que el 40% o más de las explotaciones sufrieron un Shock. Se eligió el umbral del 40% porque, después de una exhaustiva exploración de alternativas, permitía dividir el conjunto de explotaciones en dos grupos más o menos homogéneos.

Una vez identificados los años de crisis, para determinar las causas de cada una de ellas se estudiaron los efectos que pudieron tener las sequías y otras perturbaciones que pudieran haber afectado al sector, así como reformas de la PAC.

Para ello, se contó con la colaboración de investigadores del proyecto RUMIRES y representantes de Oviaragón, entidad que proporcionó los datos técnico-económicos en los que se basa este trabajo. Dicha colaboración para identificar y evaluar las causas de las crisis, se llevó a cabo en la reunión anual del proyecto RUMIRES celebrada los días 11 y 12 de enero del 2024 en Zaragoza, donde se presentaron parte de los resultados preliminares de este trabajo.

#### **4.4. Análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y las tipologías de explotaciones**

Se estudiaron las diferencias de resiliencia entre las distintas tipologías de explotaciones de acuerdo al tamaño de las mismas (pequeñas, medianas y grandes) y al sistema de explotación (secano, mixto y montaña).

De esta manera, se analizó la relación entre las capacidades de resiliencia y las características técnicas de las explotaciones en los años en que el sector sufrió crisis. Es decir, en los años en que al menos un 40% de explotaciones sufrieron un Shock (disminución de un 30% o más en su rentabilidad normalizada).

Para poder llevar a cabo este análisis, primero se clasificaron las explotaciones año a año en diferentes categorías según su robustez y según su adaptabilidad, de manera que en todos los años hubiera al menos una explotación en cada una de las categorías.

Explotaciones poco robustas:  $R_t < 0,8 \cdot \bar{R}$

Explotaciones robustas:  $0,8 \cdot \bar{R} \leq R_t \leq 1,2 \cdot \bar{R}$

Explotaciones muy robustas:  $R_t > 1,2 \cdot \bar{R}$

donde  $R_t$  es el valor de robustez de la explotación en el año t, y  $\bar{R}$  es la robustez media de todas las explotaciones analizadas en el año t.

Explotaciones poco adaptables:  $A_t < 0,8 \cdot \bar{A}$

Explotaciones adaptables:  $0,8 \cdot \bar{A} \leq A_t \leq 1,2 \cdot \bar{A}$

Explotaciones muy adaptables:  $A_t > 1,2 \cdot \bar{A}$

donde  $A_t$  es el valor de adaptabilidad de la explotación en el año t, y  $\bar{A}$  es la adaptabilidad media de todas las explotaciones analizadas en el año t.

#### ***4.4.1. Tipología de las explotaciones según su número medio de ovejas***

Para analizar la relación entre las capacidades de resiliencia y el número medio de ovejas, primero se clasificaron las explotaciones año a año en 3 categorías según su número medio de ovejas, de manera que en todos los años hubiera al menos una explotación en cada una de las categorías.

Explotaciones pequeñas:  $N_t < 0,8 \cdot \bar{N}$

Explotaciones medianas:  $0,8 \cdot \bar{N} \leq N_t \leq 1,2 \cdot \bar{N}$

Explotaciones grandes:  $N_t > 1,2 \cdot \bar{N}$

donde  $N_t$  es el número medio de ovejas de la explotación en el año t, y  $\bar{N}$  es el número medio de ovejas de todas las explotaciones analizadas en el año t.

Una vez clasificadas las explotaciones en categorías, se usaron dos tablas de contingencia para (1) analizar la relación entre la robustez y el número medio de ovejas y (2) analizar la relación entre la adaptabilidad y el número medio de ovejas.

Una tabla de contingencia es una herramienta estadística utilizada para resumir y analizar la relación entre dos o más variables categóricas. Se empleó el valor chi cuadrado como medida estadística para evaluar si existía una asociación significativa entre las variables de las tablas de contingencia.

El nivel de significación que se consideró fue de 0,01 debido al limitado tamaño de la muestra, lo que permitió reducir el riesgo de cometer un error de Tipo I en comparación con una significación de 0,05.

#### ***4.4.2. Tipología de las explotaciones según su sistema de explotación***

Uno de los objetivos de este trabajo es analizar si hay diferencias en las capacidades de resiliencia de las explotaciones según el sistema de producción (secano, mixto y montaña). Para ello, se realizaron dos tablas de contingencia que permiten (1) analizar la relación entre la robustez y el sistema de explotación y (2) analizar la relación entre la adaptabilidad y el sistema de explotación.

### **4.5. Identificación de variables técnico-económicas relacionadas con la superación de crisis**

El objetivo de identificar variables técnico-económicas relacionadas positiva y negativamente con la superación de crisis es encontrar aquellas que potencialmente sirvan para amortiguar el impacto de futuras crisis.

Para alcanzar dicho objetivo, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) de las variables utilizadas para construir el indicador compuesto de robustez, que son Resistencia, Shock e Índice de recuperación, en los años que hubo crisis.

El ACP permite identificar las relaciones que existen entre los diferentes indicadores de robustez, viendo si varían de forma similar, opuesta o independiente. A su vez, estas relaciones pueden representarse en un espacio gráfico que facilita la interpretación de los resultados.

De esta manera, en el eje de ordenadas se representó el componente 2 y en el de las abscisas el componente 1. Si las flechas de los indicadores van en la misma dirección, significa que varían en el mismo sentido (por ejemplo, una mayor Resistencia está relacionada con un mayor Shock). Si son perpendiculares, varían de forma independiente. Si son opuestas, varían en sentido opuesto.

Sobre estos indicadores, se representaron los indicadores técnico-económicos de interés en el mismo espacio gráfico. De igual forma, si los indicadores van en la misma dirección, se interpretó que se relacionan de forma positiva con los anteriores; si son perpendiculares, no hay relación; y si van en sentido opuesto, se relacionan negativamente. Además, a más longitud de la flecha, más fuerte es la relación.

En el caso que la dirección del indicador técnico-económico fuera de  $\pm 45^\circ$  respecto al indicador de robustez, la relación se resumió con el signo “+”, y en el caso que la dirección del indicador técnico-económico fuera de  $180^\circ \pm 45^\circ$  respecto al indicador de robustez, la relación se resumió con el signo “-”. En el resto de los casos, la relación no se tuvo en cuenta debido a que era muy baja o inexistente.

Adicionalmente, en función de la longitud de la flecha que representaba el indicador técnico-económico, la relación se resumió con un “+” o con un “++”, indicando que, a mayor longitud de la flecha, mayor relación entre los indicadores.

La generación, filtrado de la base de datos, cálculos de resiliencia y análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico R software (RCore Team, 2021). En el Anejo 4 se puede consultar un resumen del código de R Studio que se desarrolló para llevar a cabo este trabajo.



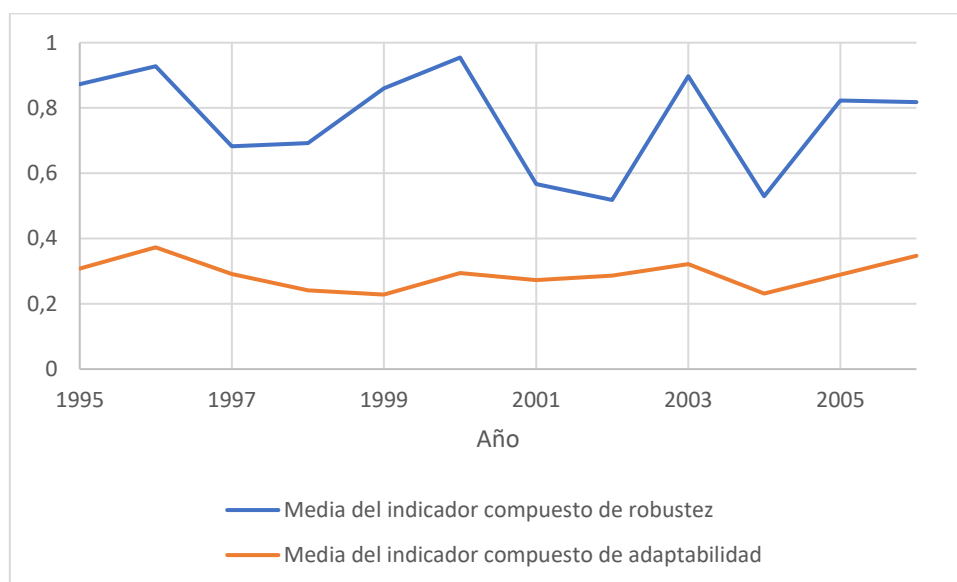
## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Identificación de años con crisis

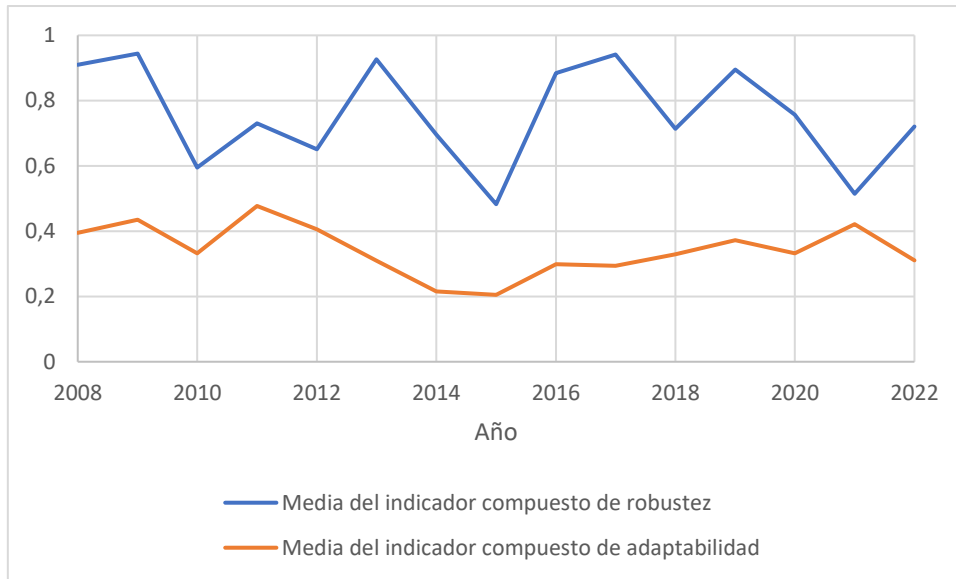
#### 5.1.1. Evolución temporal de los indicadores de resiliencia

En las Figuras 5 y 6 se observa como el indicador compuesto de robustez muestra una variabilidad mucho mayor que el de adaptabilidad a lo largo de los años. Además, no se observa relación entre ambos indicadores, cuya correlación es de 0,0078 para el Periodo 1 y de 0,005 para el Periodo 2. En el Anejo 5 se puede encontrar el resumen estadístico de las capacidades de resiliencia por explotación y por año.

En general, el indicador robustez es más alto que el de adaptabilidad. La adaptabilidad apenas alcanza valores de 0,5, mientras que los valores mínimos de robustez están por encima del 0,5. Esto podría apuntar a que las explotaciones son más robustas que adaptables, aunque su robustez es más variable que su adaptabilidad.



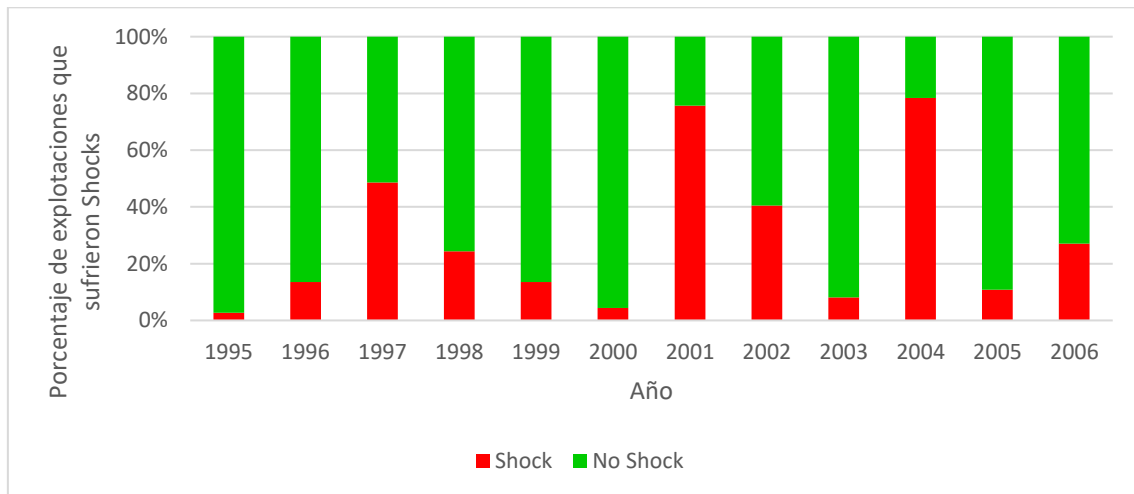
**Figura 5:** Evolución temporal de la robustez y de la adaptabilidad de las explotaciones (n=37) del Periodo 1.



**Figura 6:** Evolución temporal de la robustez y de la adaptabilidad de las explotaciones (n=10) del Periodo 2.

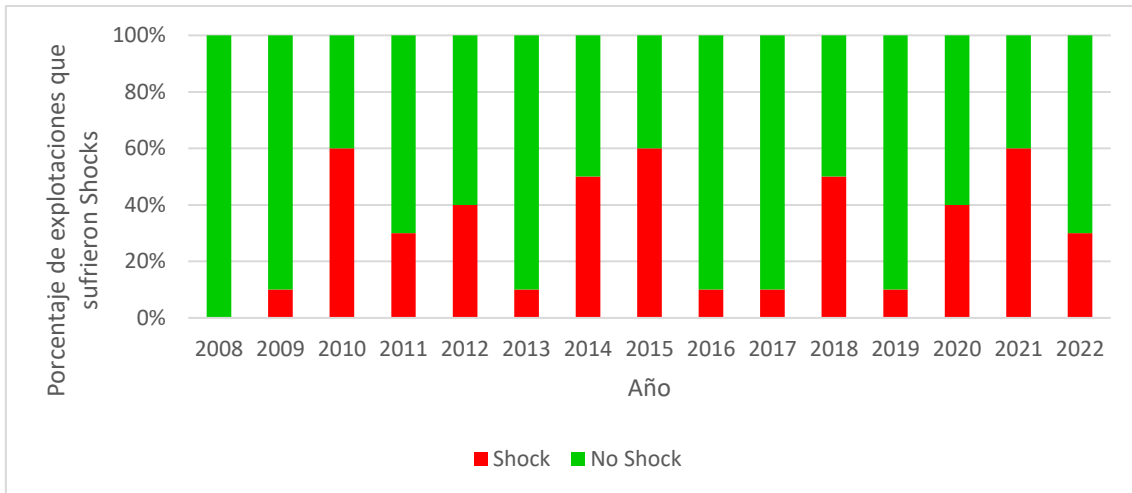
### 5.1.2. Localización de crisis

En el Periodo 1 las crisis se localizan en los años 1997, 2001, 2002 y 2004 (4 de los 12 años del periodo) (Figura 7).



**Figura 7:** Porcentaje de explotaciones del Periodo 1 que sufrieron Shocks. Más de un 40% de explotaciones con Shock indica que existió una crisis.

En el Periodo 2 las crisis se localizan los años 2010, 2012, 2014, 2015, 2018, 2020 y 2021 (7 de los 15 años del periodo) (Figura 8).



**Figura 8:** Porcentaje de explotaciones del Periodo 2 que sufrieron Shocks. Más de un 40% de explotaciones con Shock indica que existió una crisis.

### 5.1.3. *Análisis de las crisis*

Se ha elaborado la Tabla 1, que aparte de contener los datos mencionados en el apartado 5.1.2 referentes al porcentaje de explotaciones que sufrieron Shocks, también incluye información adicional referente a sequías y otras perturbaciones que podrían haber afectado al sector, así como reformas de la PAC.

**Tabla 1:** Análisis de las crisis.

Año	Porcentaje de explotaciones con Shock	Sequía	Factores externos	Reformas de la PAC
1995	3%	Si		
1996	13%			
1997	49%		Brotos de brucelosis	
1998	24%	Si		
1999	14%			
2000	5%			
2001	76%			
2002	40%			
2003	8%			
2004	78%			
2005	11%	Si		Desacoplamiento parcial de la PAC
2006	27%			
2008	0%	Si	Aumento precio alimentos/Crisis financiera	
2009	10%		Crisis financiera	
2010	60%		Crisis financiera	Desacoplamiento total de la PAC
2011	30%	Si	Aumento precio alimentos	
2012	40%		Aumento precio alimentos	
2013	10%			
2014	50%	Si		
2015	60%			
2016	10%			
2017	10%	Si		
2018	50%			
2019	10%			
2020	40%		COVID	
2021	60%		Post COVID	
2022	30%		Guerra Ucrania	

De este modo, el análisis de cada una de las crisis es el siguiente:

- **Año 1997:** En esta crisis hubo un 49% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa de esta crisis posiblemente fue debida a que alguna de las explotaciones analizadas tuvo brotes de brucelosis, que es una enfermedad que se caracteriza por un aumento de los abortos en las ovejas reproductoras. Este hecho

pudo ocasionar tanto pérdidas directas (corderos y ovejas) como indirectas (reducción del consumo de cordero y pérdida de ventas).

- **Año 2001:** En esta crisis hubo un 76% de las explotaciones que sufrieron un Shock. No se ha encontrado ningún factor que pudiera haber causado esta crisis.
- **Año 2002:** En esta crisis hubo un 40% de las explotaciones que sufrieron un Shock. No se ha encontrado ningún factor que pudiera haber causado esta crisis.
- **Año 2004:** En esta crisis hubo un 78% de las explotaciones que sufrieron un Shock. No se ha encontrado ningún factor que pudiera haber causado esta crisis.
- **Año 2010:** En esta crisis hubo un 60% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa de esta crisis posiblemente fue debida a la crisis financiera de 2008 y al desacoplamiento parcial de la PAC.
- **Año 2012:** En esta crisis hubo un 40% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa de esta crisis posiblemente fue debida a un aumento del precio de las materias primeras, al desacoplamiento parcial de la PAC y a la sequía del 2011 (las sequías suelen provocar un aumento del precio de la alimentación el año posterior).
- **Año 2014:** En esta crisis hubo un 50% de las explotaciones que sufrieron un Shock. No se ha encontrado ningún factor que pudiera haber causado esta crisis.
- **Año 2015:** En esta crisis hubo un 60% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa principal de esta crisis posiblemente fue debida a la sequía del 2014.
- **Año 2018:** En esta crisis hubo un 50% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa principal de esta crisis posiblemente fue debida a la sequía del 2017.
- **Año 2020:** En esta crisis hubo un 40% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La principal causa de esta crisis fue debida a la bajada en el consumo de carne de cordero a causa de la pandemia de la COVID-19. Dado que el cordero es una carne que se consume principalmente en eventos festivos, la disminución de estos durante la pandemia hizo que la demanda de cordero se redujera significativamente.
- **Año 2021:** En esta crisis hubo un 60% de las explotaciones que sufrieron un Shock. La causa de esta crisis fue debida a una subida del precio de las materias primeras.

## 5.2. Análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y las características técnicas de las explotaciones

Se ha analizado la relación entre las capacidades de resiliencia y las características técnicas de las explotaciones en los años en que el sector ha sufrido crisis.

### 5.2.1. Número medio de ovejas

Como se puede observar en la Tabla 2, considerando un nivel de significación de 0,01, las explotaciones pequeñas son las que han tenido una menor robustez en los años que el sector ha sufrido crisis, aunque en la mayoría de los años no se han observado diferencias significativas. Esto indica que aquellas explotaciones con un mayor tamaño tienden a tener una mayor robustez y se enfrentan mejor a algunas crisis que aquellas con un menor tamaño. Por otra parte, no se han encontrado diferencias significativas que indiquen que un mayor o menor tamaño de las explotaciones se relacione con la adaptabilidad.

**Tabla 2:** Resultados del análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y el número medio de ovejas en los años que ha habido crisis.

Año	Robustez		Adaptabilidad	
	Resultado	Test chi-cuadrado	Resultado	Test chi-cuadrado
1997	Sin diferencias	0,0120	Sin diferencias	0,4989
2001	Sin diferencias	0,0218	Sin diferencias	0,6263
2002	Sin diferencias	0,1485	Sin diferencias	0,369
2004	Menor en explotaciones pequeñas	0,0082	Sin diferencias	0,0377
2010	Menor en explotaciones pequeñas	0,0021	Sin diferencias	0,0423
2012	Sin diferencias	0,0102	Sin diferencias	0,6824
2014	Sin diferencias	0,1607	Sin diferencias	0,4537
2015	Sin diferencias	0,6865	Sin diferencias	0,0801
2018	Menor en explotaciones pequeñas	0,0001	Sin diferencias	0,0786
2020	Sin diferencias	0,0815	Sin diferencias	0,4313
2021	Menor en explotaciones pequeñas	0,0045	Sin diferencias	0,8405

### 5.2.2. Sistema de explotación

Como se puede observar en la Tabla 3, considerando un nivel significación de 0,01, solo en el año 2004 las explotaciones de secano tuvieron una robustez inferior a la del resto de sistemas, aunque en muchos casos las diferencias de pluviometría entre los sistemas de montaña y los de secano son muy significativas (Agencia Estatal de Meteorología, 2024).

**Tabla 3:** Resultados del análisis de la relación entre las capacidades de resiliencia y el sistema de explotación en los años que ha habido crisis.

Año	Robustez		Adaptabilidad	
	Resultado	Test chi-cuadrado	Resultado	Test chi-cuadrado
1997	Sin diferencias	0,2439	Sin diferencias	0,4508
2001	Sin diferencias	0,0945	Mayor en secano	0,0096
2002	Sin diferencias	0,3601	Mayor en secano	0,0018
2004	Menor en secano	0,0023	Menor en secano	0,0055
2010	Sin diferencias	0,5728	Sin diferencias	0,5160
2012	Sin diferencias	0,1754	Sin diferencias	0,0947
2014	Sin diferencias	0,0906	Sin diferencias	0,8707
2015	Sin diferencias	0,0831	Sin diferencias	0,0854
2018	Sin diferencias	0,9513	Sin diferencias	0,7501
2020	Sin diferencias	0,4217	Sin diferencias	0,2884
2021	Sin diferencias	0,9307	Menor en secano	0,0025

En el trabajo de Pardos et al. (2022), donde se evaluó la sostenibilidad de la producción ovina de carne en Aragón, se concluyó que las explotaciones de secano aprovechan fundamentalmente los recursos pastorales de los secanos áridos o semiáridos, como rastrojos y barbechos, por lo que están afectados por la estacionalidad de los mismos y los periodos de sequía.

Sin embargo, en el trabajo de Pardos et al. (2022) se destaca la importante variabilidad en los ingresos y los costes de las explotaciones ovinas en Aragón, e indica que los resultados económicos no dependen tanto del sistema de producción como de la resultante compleja de las características estructurales, técnicas y económicas de las explotaciones. Todo ello está en línea con los resultados obtenidos, apuntando a que el sistema de producción no es uno de los factores determinantes de la robustez de las explotaciones.

En lo que respecta a la adaptabilidad, en algunos años las explotaciones de secano fueron las que más se adaptaron, mientras que en otros años fueron las que menos lo hicieron.

Una capacidad intrínseca de las explotaciones de secano en Aragón es que la pluviometría condiciona su sistema de gestión. De esta manera, en años secos necesitan más superficie para el pastoreo o necesitan comprar más alimento para el ganado.

Por lo tanto, dado que en este trabajo se han analizado los cambios en los insumos y los procesos de producción de las explotaciones para calcular la adaptabilidad, es normal que de un año a otro haya mayores fluctuaciones y la adaptabilidad de las explotaciones de secano varíe más que en las de montaña o sistema mixto.

Un aspecto relevante a considerar en este análisis es que en el 40% de los años evaluados hubo crisis, y estas crisis son debidas a diversas causas. En consecuencia, es posible que algunas explotaciones sean más robustas o más adaptables en algunos contextos o en crisis concretas, pero menos robustas o menos adaptables en otros. Además, la capacidad de recuperación de las crisis también puede variar en función de las características específicas de cada explotación.

### **5.3. Identificación de variables técnico-económicas relacionadas con la superación de crisis**

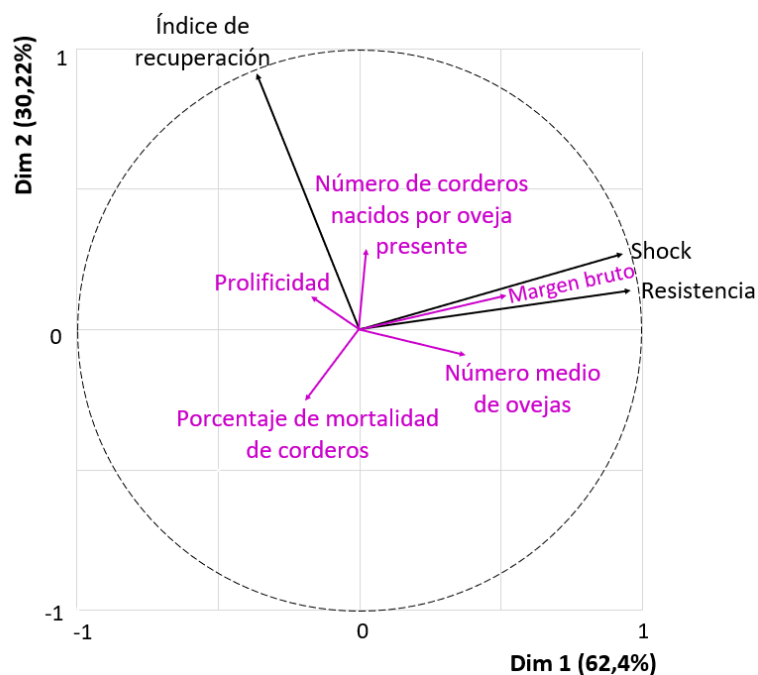
Para identificar variables técnico-económicas relacionadas positivamente y negativamente con la superación de crisis se han representado los componentes principales de los indicadores de robustez con diferentes indicadores técnico-económicos de interés, que son los siguientes:

- Variación en intensificación de la alimentación (Fórmula 8)
- Variación en la ratio de autosuficiencia (Fórmula 11)
- Variación en la mano de obra (Fórmula 14)
- Número medio de ovejas
- Número de partos por oveja presente
- Prolificidad
- Número de corderos nacidos por oveja
- Porcentaje de mortalidad de corderos
- Número de corderos vendidos por oveja
- Precio medio por cordero
- Porcentaje de corderos vendidos a IGP Ternasco de Aragón



- Ingresos por subvenciones por explotación
- Ingresos por subvenciones por oveja
- Porcentaje de ingresos por subvenciones
- Margen bruto por explotación

En las representaciones gráficas del ACP, se observa que Resistencia y Shock son prácticamente paralelos, indicando que varían de manera conjunta. Por otro lado, el Índice de recuperación es perpendicular a las otras variables, lo que sugiere que varía de forma independiente. A su vez, los indicadores técnico-económicos se relacionan de forma variable con los indicadores de robustez. Como ejemplo, se puede observar el gráfico correspondiente al año 1997 (Figura 9), donde se puede ver como el número de corderos nacidos o la prolificidad, se relacionan con un mayor Índice de recuperación.



**Figura 9:** Representación gráfica de componentes principales de los indicadores de robustez (representados con flechas de color negro) con indicadores técnico-económicos (representados con flechas de color morado) del año 1997.

Se analizó la representación gráfica de todos los indicadores técnico-económicos respecto a los indicadores de robustez en los años que hubo crisis. Los resultados de dicho análisis se encuentran resumidos en la Tabla 4.

**Tabla 4:** Resultados del análisis de componentes principales con indicadores técnico-económicos.

	<b>Indicador</b>	<b>Periodo 1</b>	<b>Periodo 2</b>
<b>Resistencia y Shock</b>	Variación en intensificación de la alimentación	-	
	Variación en la ratio de autosuficiencia	-	
	Variación en la mano de obra	-	+
	Número medio de ovejas		
	Número de partos por oveja presente	+	
	Prolificidad		+
	Número de corderos nacidos por oveja presente	+	+
	Porcentaje de mortalidad de corderos	-	-
	Número de corderos vendidos por oveja presente	+	
	Precio medio por cordero	+	+
	Porcentaje de corderos vendidos a IGP Ternasco de Aragón	+	
	Ingresos por subvenciones por explotación		
	Ingresos por subvenciones por oveja		
	Porcentaje de ingresos por subvenciones	-	+
	Margen bruto por explotación	++	++
<b>Índice de recuperación</b>	Variación en intensificación de la alimentación		+
	Variación en la ratio de autosuficiencia	+	
	Variación en la mano de obra		-
	Número medio de ovejas		
	Número de partos por oveja presente	+	+
	Prolificidad		+
	Número de corderos nacidos por oveja presente		
	Porcentaje de mortalidad de corderos	-	-
	Número de corderos vendidos por oveja presente		
	Precio medio por cordero		
	Porcentaje de corderos vendidos a IGP Ternasco de Aragón	+	+
	Ingresos por subvenciones por explotación		
	Ingresos por subvenciones por oveja	+	+
	Porcentaje de ingresos por subvenciones		+
	Margen bruto por explotación	+	+

Como se puede observar, hay tres indicadores técnico-económicos que tienen relación positiva en ambos periodos para Resistencia y para Shock: el número de corderos nacidos por oveja presente, el precio medio por cordero y el margen bruto por explotación. El porcentaje de mortalidad de corderos está relacionado negativamente con dichos indicadores de robustez.

El margen bruto por explotación es el único indicador técnico-económico que tiene un “++”, lo que significa que está muy relacionado con la Resistencia y el Shock.

En relación con el Índice de recuperación, hay cinco indicadores técnico-económicos que tienen el mismo signo en ambos periodos: el número de partos por oveja presente, el porcentaje de corderos vendidos a la IGP Ternasco de Aragón, los ingresos por subvenciones por oveja y el margen bruto por explotación. Además, como para Resistencia y Shock, el porcentaje de mortalidad de corderos está relacionado negativamente con este indicador de robustez.

Estos resultados apuntan que, para ser resilientes, las explotaciones deben: (1) maximizar la productividad de las ovejas presentes y (2) maximizar la rentabilidad.

Maximizar la productividad del rebaño implica implementar una serie de estrategias y prácticas que permitan mejorar la eficiencia en la producción, como la selección genética, la gestión de la alimentación, el manejo reproductivo y el control sanitario. Al implementar estas prácticas de manera adecuada y constante, es posible maximizar la productividad del rebaño y mejorar la rentabilidad de la explotación ganadera. Además, maximizar la rentabilidad implica optimizar los ingresos y minimizar los costos asociados con la producción ganadera.

Es importante señalar que solo se han discutido los indicadores técnico-económicos que tenían el mismo signo de relación en ambos periodos. Sin embargo, debido a la muestra limitada de explotaciones en el Periodo 2, es probable que, en algunos casos, las relaciones de los indicadores fueran bajas en este periodo debido a la falta de información y representatividad.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

La base de datos técnico-económicos cedida por Oviaragón tenía numerosas fortalezas, como el gran número de explotaciones con datos, la extensión de la serie histórica o la gran cantidad de indicadores técnico-económicos evaluados, pero una de sus debilidades radicaba en la limitada cantidad de indicadores que permiten evaluar la adaptabilidad de la misma manera que lo hizo Slijper et al. (2022) en su trabajo. En este sentido, la carga ganadera o la superficie de pastos, serían dos indicadores muy adecuados para evaluar la adaptabilidad.

Los 3 indicadores utilizados para calcular el indicador compuesto de robustez se calcularon a partir de variaciones del margen bruto de las explotaciones, incluyendo las subvenciones de la PAC porque en algunos años los ingresos no estaban desglosados, aunque lo más correcto hubiera sido no tener en cuenta las ayudas desacopladas de la producción por estar ligadas a la superficie y no a la actividad ganadera.

La transformabilidad es la tercera capacidad de resiliencia y no se pudo calcular debido a que la base de datos no permitía desarrollar indicadores de transformabilidad, ya que carecía de datos relativos a la conversión de la ganadería convencional a la ecológica o a cambios sustanciales en el tipo de explotación. A pesar de no haber podido calcular ningún indicador de transformabilidad, la resiliencia de las explotaciones se ha evaluado de manera óptima en este trabajo a partir de las capacidades de robustez y de adaptabilidad.

Esto indica que, para evaluar la resiliencia a partir de las capacidades de robustez, adaptabilidad y transformabilidad, es necesario contar con datos de numerosos indicadores para cada explotación, además de que estos deben provenir de una serie de años lo más extensa posible.

En esta línea, dado que en la base de datos había muchas explotaciones con años faltantes, el tamaño de muestra del trabajo ha sido limitado, especialmente en el segundo periodo.

Las explotaciones estudiadas en este trabajo no son un muestreo probabilístico, ya que solo se han estudiado las explotaciones que participan al Programa de Gestión Técnico-Económica de Oviaragón, y la mayoría de ellas están interesadas en mejorar sus resultados técnicos y económicos.

Esto podría dar lugar a un sesgo de selección, en el que son las mejores explotaciones las que se han tenido en cuenta y, por lo tanto, su resiliencia podría ser mayor que la de otras explotaciones del sector.

Por este motivo, es crucial que todos los ganaderos tengan facilidades para poder recoger y gestionar todos los datos que son necesarios para evaluar la resiliencia de sus explotaciones porque se trata de un proceso muy laborioso y complejo a nivel técnico. En este sentido, las cooperativas como Oviaragón juegan un papel fundamental, ya que disponen de los medios técnicos y humanos para llevar a cabo esta tarea, lo que facilita el trabajo a los ganaderos.

## **7. CONCLUSIONES DEL TRABAJO**

En este trabajo se ha constatado que el sector ovino en Aragón está muy condicionado por crisis y tensiones, dado que en el 50% de los años de la última década el sector ha sufrido crisis.

En relación a los índices técnicos, el número de corderos nacidos por oveja presente, el precio medio por cordero y el margen bruto por explotación están relacionados positivamente con Resistencia y Shock, mientras que el porcentaje de mortalidad de corderos está relacionado negativamente con dichos indicadores de robustez.

Por otro lado, el número de partos por oveja presente, el porcentaje de corderos vendidos a la IGP Ternasco de Aragón, los ingresos por subvenciones por oveja y el margen bruto por explotación están relacionados positivamente con el Índice de recuperación. Además, como en el caso anterior, el porcentaje de mortalidad de corderos está relacionado negativamente con este indicador de robustez.

En cuanto al escenario productivo actual, la viabilidad económica de las explotaciones del sector ovino en Aragón está totalmente condicionada a las ayudas de la Política Agraria Común de la Unión Europea, independientemente del sistema o del tamaño de la explotación. En esta línea, no se han identificado diferencias de resiliencia entre las distintas tipologías de explotaciones de acuerdo al tamaño de las mismas y al sistema de explotación (secano, mixto y montaña).

Finalmente, cabe destacar que es necesario garantizar que todas las explotaciones ganaderas, tanto las ovinas como las de cualquier otro sector, sean resilientes. De esta manera, se podrá asegurar el relevo generacional y la continuidad de la ganadería familiar tradicional. En caso contrario, las pérdidas en el ámbito económico, social y cultural serán enormes para toda la sociedad.

## 8. REFERENCIAS

- Agencia Estatal de Meteorología, (2024) Datos y estadísticas. Disponible a: [https://www.aemet.es/ca/lineas\\_de\\_interes/datos\\_y\\_estadistica](https://www.aemet.es/ca/lineas_de_interes/datos_y_estadistica) (7 de abril de 2024).
- Castellano Prat, J. L. (2016). El ovino y caprino en Aragón, su evolución en los últimos 20 años. Disponible a: [https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3542/1/Castellano\\_estudio.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/3542/1/Castellano_estudio.pdf) (10 de septiembre de 2023).
- Collantes, F. (2003). La ganadería de montaña en España, 1865-2000: Historia de una ventaja comparativa anulada. *Historia agraria: Revista de agricultura e historia rural*, (31), 141-167.
- Cruces, A. L., (2017). Tendencias del sector ovino en Aragón. Un caso de éxito innovador: Oviaragón. Disponible a: <https://zaguán.unizar.es/record/63903/files/TAZ-TFG-2017-3889.pdf?version=1> (10 de septiembre de 2023).
- Daza, A. (2002). *Mejora de la productividad y planificación de explotaciones ovinas*. Editorial Agrícola Española.
- Gil, J. M., Perdiguero, A., & Kaabia, M. B. (2003). Factores determinantes de las expectativas de futuro de los ganaderos aragoneses de ovino (No. 1102-2016-90810, pp. 151-181).
- Gobierno de Aragón, (2023). Análisis de la ganadería extensiva en Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón. Disponible a: [https://www.aragon.es/documents/20127/2759521/An%C3%A1lisis\\_Ganaderia\\_Extensiva\\_Aragon\\_20230220.pdf/31bf2402-d45f-2fef-c533-4285e0fc5ee0?t=16788012145](https://www.aragon.es/documents/20127/2759521/An%C3%A1lisis_Ganaderia_Extensiva_Aragon_20230220.pdf/31bf2402-d45f-2fef-c533-4285e0fc5ee0?t=16788012145) (10 de septiembre de 2023).
- Gutiérrez Peña, R. (2018). Caracterización y valorización de la ganadería pastoral de pequeños rumiantes de razas autóctonas a través del análisis de su sostenibilidad y la calidad de sus productos.
- Knickel, K., Ashkenazy, A., Chebach, T. C., Peter, S., Horowitz, B., & Offenbach, R. (2018). Operationalising resilience in farms and rural regions—Findings from fourteen case studies. *Journal of Rural Studies*, 59, 211-221.

Lavín, P., & Mantecón, Á. R. (2005). Caracterización de los sistemas de producción de pequeños rumiantes en España.

Lavín, P., Bello, J. M., & Mantecón, Á. R. (2018). Sostenibilidad en pequeños rumiantes: sostenibilidad social.

MAPA, (2021). Información del sector ovino y caprino. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible a: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/ovino-caprino/> (2 de agosto de 2023).

MAPA, (2022). Caracterización del sector ovino y caprino de carne en España (datos año 2022). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible a: [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/caracterizacionovinoycaprinocarnedatos2022\\_tcm30-579776.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/caracterizacionovinoycaprinocarnedatos2022_tcm30-579776.pdf) (10 de septiembre de 2023).

MAPA, (2022). Resultados de las encuestas de ganado ovino y caprino. Disponible a: [https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/resultados\\_nov2022\\_ovino-caprinod\\_tcm30-644163.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/resultados_nov2022_ovino-caprinod_tcm30-644163.pdf) (3 de agosto de 2023).

Martin, G., & Magne, M. A. (2015). Agricultural diversity to increase adaptive capacity and reduce vulnerability of livestock systems against weather variability—a farm-scale simulation study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 199, 301-311.

Meuwissen, M. P., Feindt, P. H., Spiegel, A., Termeer, C. J., Mathijs, E., De Mey, Y., & Reidsma, P. (2019). A framework to assess the resilience of farming systems. *Agricultural Systems*, 176, 102656.

OECD. Publishing. (2011). *Managing risk in agriculture: Policy assessment and design*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

Ortuño Pérez, S. F. y González Herraiz, S. (1999). *La ganadería extensiva en España: Un elemento imprescindible en la gestión del medio ambiente*. Editorial Bellisco.

Paas, W., San Martín, C., Soriano, B., Van Ittersum, M. K., Meuwissen, M. P., & Reidsma, P. (2021). Assessing future sustainability and resilience of farming systems with a participatory method: A case study on extensive sheep farming in Huesca, Spain. *Ecological Indicators*, 132, 108236.



Pardos, L., Lahoz Crespo, B., Bernués Jal, A., Alabart Alvarez, J. L., & Fantova Puyalto, E. (2022). Evaluación integral de la sostenibilidad de la producción ovina de carne en Aragón.

Pardos, L., Ruiz, L. R., Mantecón, Á. R., Rodríguez, M. S., & Aldea, M. J. A. (2014). Manual de gestión técnico económica de explotaciones ovinas y caprinas. Editorial Agrícola Española, SA.

RENGRATI, (2020). Informe sectorial ovino y caprino (2020). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Disponible a: [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/informesectorialdeovinoycaprino\\_2020\\_tcm30-109565.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/informesectorialdeovinoycaprino_2020_tcm30-109565.pdf) (10 de septiembre de 2023).

Rodríguez Ortega, T., Martín Collado, D., Casasús Pueyo, I., Olaizola Tolosana, A., & Bernués Jal, A. (2018). Análisis multi-actor de la sostenibilidad y viabilidad del sector ovino de carne en Aragón.

Slijper, T., de Mey, Y., Poortvliet, P. M., & Meuwissen, M. P. (2022). Quantifying the resilience of European farms using FADN. *European Review of Agricultural Economics*, 49(1), 121-150.

Soriano, B., Garrido, A., Bertolozzi-Caredio, D., Accatino, F., Antonioli, F., Krupin, V., ... & Bardají, I. (2023). Actors and their roles for improving resilience of farming systems in Europe. *Journal of Rural Studies*, 98, 134-14.

Team, R. C. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.

Wreford, A., & Topp, C. F. (2020). Impacts of climate change on livestock and possible adaptations: A case study of the United Kingdom. *Agricultural Systems*, 178, 102737.

## **9. ANEJOS**

## **ANEJO 1: RESUMEN DE LOS AÑOS CON DATOS DE LAS EXPLOTACIONES SELECCIONADAS**

---

En la base de datos proporcionada por Oviaragón había un gran porcentaje de explotaciones con datos faltantes en un número variable de años. Con el objetivo de estudiar el máximo número de explotaciones y de abarcar toda la serie temporal, se decidió incluir aquellas que tenían menos de dos años consecutivos con datos faltantes.

Para las explotaciones estudiadas en este trabajo, en el caso que un año determinado tuviera datos disponibles, se ha indicado en las Tablas 5 y 6 con un “1” y un fondo de color verde, mientras que, para los años con datos estimados, se ha indicado con un “2” y un fondo de color naranja.

**Tabla 5:** Resumen de los años con datos de las explotaciones seleccionadas del Periodo 1.

Explotación	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Nº de años con datos
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	13
27	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13
28	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	13
29	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13

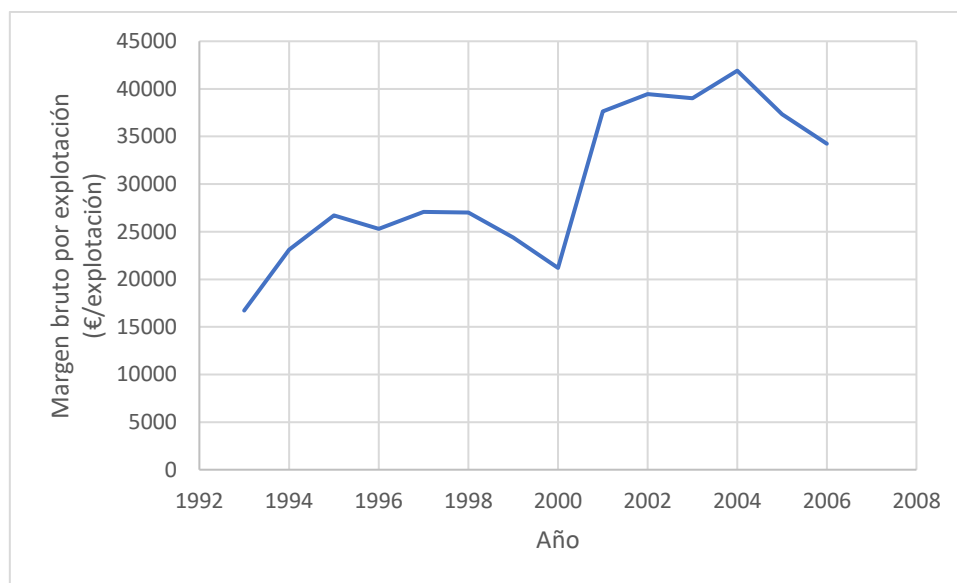
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
33	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	13
34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	13
36	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	12
37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	12
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	12

**Tabla 6:** Resumen de los años con datos de las explotaciones seleccionadas del Periodo 2.

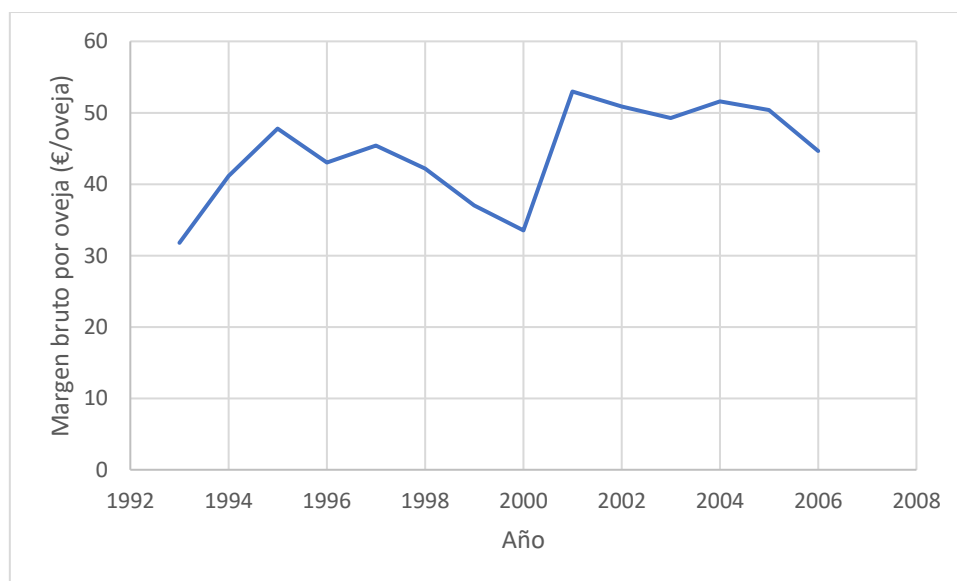
Explotación	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Nº de años con datos
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	16
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	16
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	16
8	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
9	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	15

## ANEJO 2: ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL MARGEN BRUTO

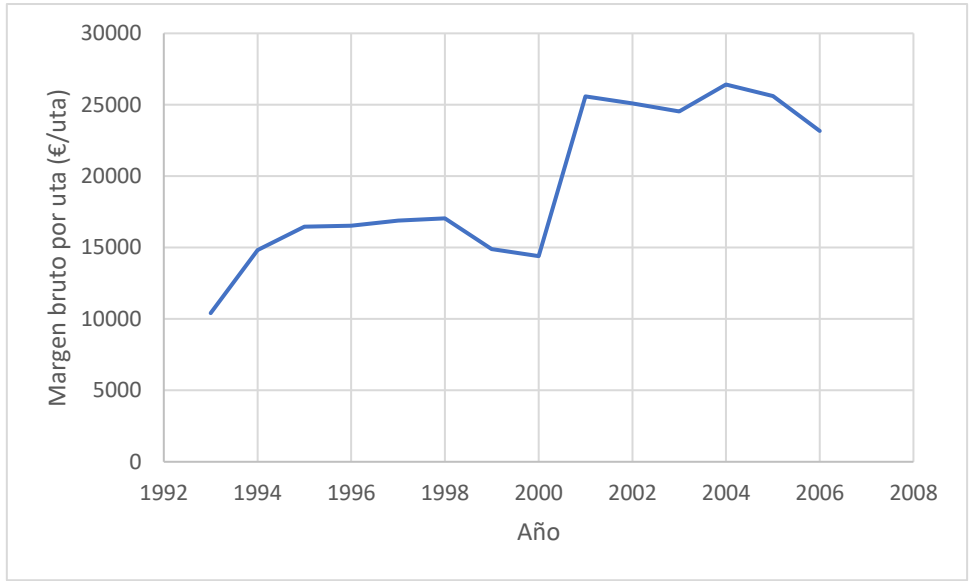
Se analizó la evolución temporal del margen bruto por explotación, del margen bruto por oveja y del margen bruto por UTA para estudiar si seguían la misma tendencia a lo largo de los años (Figuras 10-15).



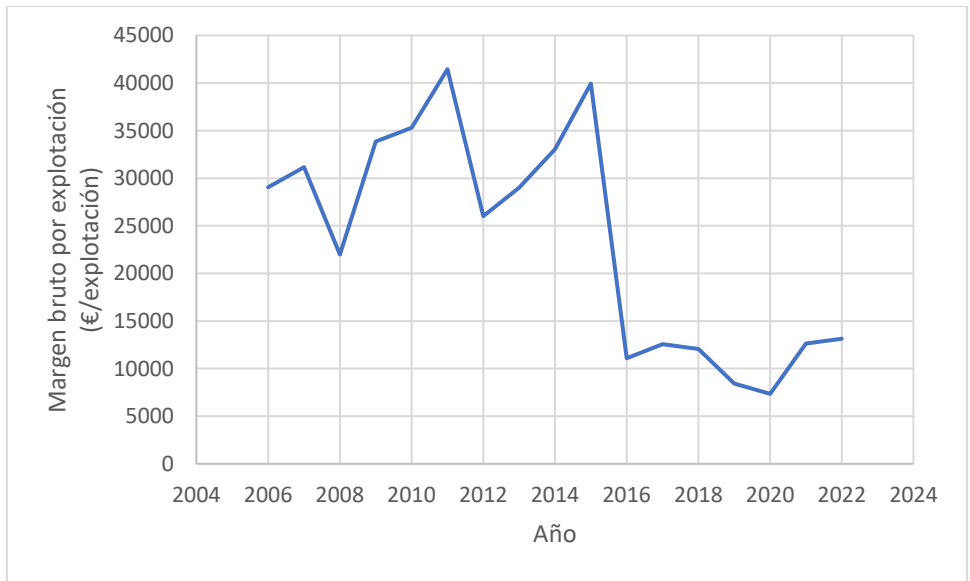
**Figura 10:** Evolución temporal del margen bruto por explotación de las explotaciones del Periodo 1.



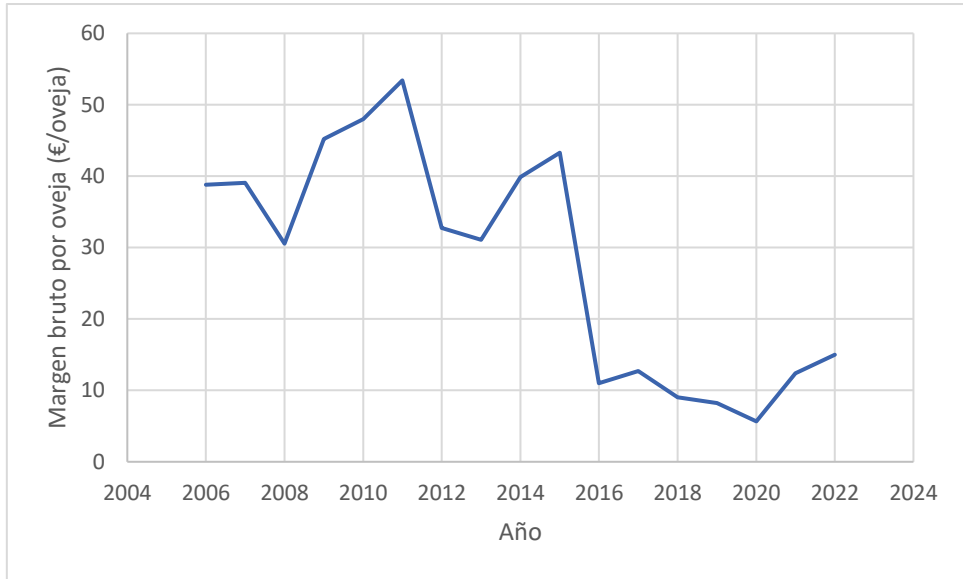
**Figura 11:** Evolución temporal del margen bruto por oveja de las explotaciones del Periodo 1.



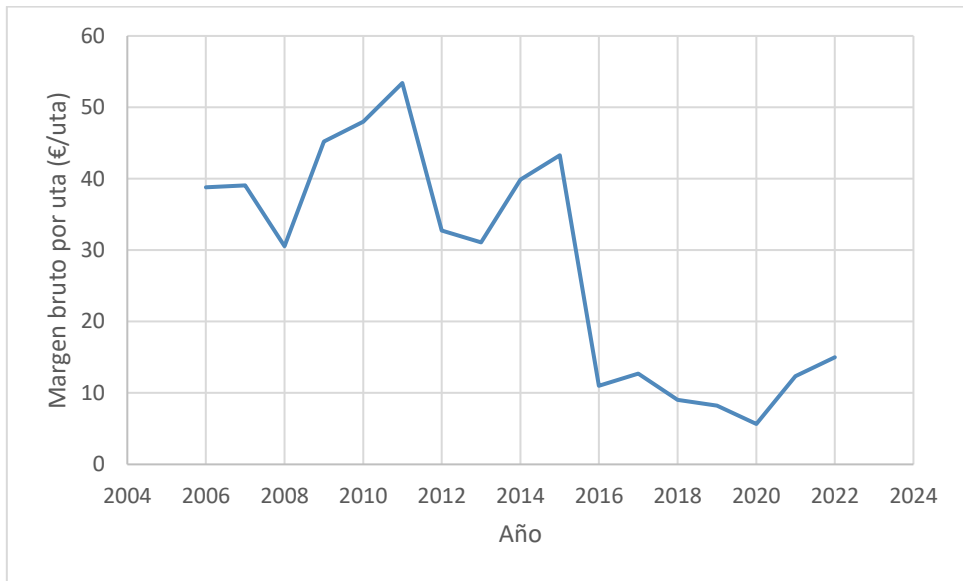
**Figura 12:** Evolución temporal del margen bruto por UTA de las explotaciones del Periodo 1.



**Figura 13:** Evolución temporal del margen bruto por explotación de las explotaciones del Periodo 2.



**Figura 14:** Evolución temporal del margen bruto por oveja de las explotaciones del Periodo 2.



**Figura 15:** Evolución temporal del margen bruto por UTA de las explotaciones del Periodo 2.



## **ANEJO 3: CONSTRUCCIÓN DE INDICADORES COMPUESTOS**

---

Inicialmente, el método elegido para construir los indicadores compuestos de robustez y de adaptabilidad fue el análisis de componentes principales (ACP), que es un método estadístico que revela cómo la capacidad de los indicadores de resiliencia está asociada entre sí y los convierte en un conjunto de indicadores no relacionados. De esta manera, el ACP asigna objetiva y endógenamente ponderaciones a cada indicador.

Para poder realizar el ACP se realizó la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que es una medida de la idoneidad de los datos para el análisis factorial. La prueba evalúa la adecuación del muestreo para cada variable en el modelo y para el modelo completo. En la mayoría de años, los valores del KMO eran superiores a 0,5, indicando que un análisis factorial era factible con los datos disponibles.

Posteriormente, se normalizaron todos los indicadores para cada año y se utilizó el ACP para asignar el peso de cada indicador para todos los años. Sin embargo, los pesos para un mismo indicador eran muy heterogéneos a lo largo de los años, llegando incluso a ser 0 en algún caso, lo que implicaría la omisión del valor del indicador en cuestión para el cálculo del indicador compuesto, como se puede ver en las Tablas 7 y 8. Por este motivo, se decidió no utilizar este método para calcular los indicadores compuestos.

Finalmente, el método elegido fue calcular la media de los indicadores, lo que implica que cada indicador de robustez y de adaptabilidad tiene un peso del 33,33%, y este es constante a lo largo de los años. Por lo tanto, las explotaciones con valores más altos en el índice compuesto tienen mayor capacidad de adaptabilidad o de robustez que las explotaciones con valores más bajos.

**Tabla 7:** Resultados del KMO y del ACP para robustez.

<b>Año</b>	<b>KMO</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Shock</b>	<b>Ind. recu.</b>	<b>suma weights</b>
1995	0,55	0,00	0,03	0,97	1,00
1996	0,50	0,12	0,88	0,00	1,00
1997	0,52	0,18	0,79	0,03	1,00
1998	0,50	0,20	0,72	0,08	1,00
1999	0,52	0,20	0,65	0,15	1,00
2000	0,37	0,28	0,55	0,17	1,00
2001	0,48	0,27	0,73	0,00	1,00
2002	0,50	0,16	0,83	0,01	1,00
2003	0,40	0,24	0,56	0,20	1,00
2004	0,58	0,21	0,57	0,23	1,00
2005	0,67	0,10	0,30	0,61	1,00
2006	0,52	0,15	0,82	0,03	1,00
2008	-	0,01	0,00	0,99	1,00
2009	-	0,11	0,89	0,00	1,00
2010	0,54	0,09	0,55	0,36	1,00
2011	0,35	0,36	0,62	0,02	1,00
2012	0,50	0,15	0,64	0,20	1,00
2013	0,50	0,19	0,80	0,01	1,00
2014	0,45	0,20	0,76	0,04	1,00
2015	0,62	0,13	0,48	0,39	1,00
2016	0,50	0,22	0,35	0,42	1,00
2017	-	0,21	0,79	0,00	1,00
2018	0,55	0,24	0,73	0,03	1,00
2019	0,50	0,49	0,49	0,02	1,00
2020	0,55	0,31	0,69	0,00	1,00
2021	0,51	0,27	0,55	0,18	1,00
2022	0,57	0,34	0,44	0,22	1,00

**Tabla 8:** Resultados del KMO y del ACP para adaptabilidad.

<b>Año</b>	<b>KMO</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Shock</b>	<b>Ind. recu.</b>	<b>suma weights</b>
1995	0,54	0,27	0,35	0,38	1,00
1996	0,53	0,04	0,95	0,02	1,00
1997	0,60	0,03	0,88	0,08	1,00
1998	0,49	0,02	0,02	0,96	1,00
1999	0,50	0,00	0,65	0,35	1,00
2000	0,42	0,03	0,94	0,04	1,00
2001	0,54	0,25	0,56	0,19	1,00
2002	0,58	0,76	0,16	0,07	1,00
2003	0,50	0,74	0,26	0,00	1,00
2004	0,57	0,38	0,60	0,02	1,00
2005	0,56	0,41	0,39	0,19	1,00
2006	0,45	0,10	0,59	0,31	1,00
2008	0,57	0,29	0,36	0,35	1,00
2009	0,49	0,25	0,29	0,46	1,00
2010	0,59	0,44	0,21	0,35	1,00
2011	0,56	0,39	0,24	0,37	1,00
2012	0,33	0,54	0,00	0,46	1,00
2013	0,40	0,20	0,27	0,54	1,00
2014	0,36	0,75	0,04	0,21	1,00
2015	0,49	0,14	0,83	0,03	1,00
2016	0,61	0,44	0,12	0,44	1,00
2017	0,54	0,08	0,05	0,87	1,00
2018	0,48	0,35	0,00	0,65	1,00
2019	0,51	0,96	0,02	0,02	1,00
2020	0,48	0,84	0,16	0,01	1,00
2021	0,50	0,09	0,83	0,08	1,00
2022	0,62	0,22	0,43	0,34	1,00

## ANEJO 4: CÓDIGO DE R STUDIO

---

El código de R Studio que se desarrolló para realizar este trabajo se ha resumido y se presenta en este anejo. Este código resumido hace referencia a una explotación genérica, que se ha denominado “EXPLOTACIÓN\_Nº1”, y a un año específico (2006), si bien el cálculo es el mismo para todas las explotaciones y para todos los años.

Un aspecto adicional a tener en cuenta es que antes de aplicar este código de R Studio, los datos han sido filtrados y depurados para disponer únicamente de las variables de estudio deseadas y sin años con datos faltantes.

### # Preparación de las librerías----

```
library(readxl)
library(readr)
library(plyr)
library (dplyr)
library(psych)
library(dplyr)
library(tidyverse)
library(missRanger)
library(VIM)
library(car)
library(emmeans)
library(factoextra)
library(FactoMineR)
library(ggplot2)
library(hrbrthemes)
library(viridis)
```

### # Introducción de los datos----

```
setwd("C:/Users/mique/OneDrive/Escritorio/menag/tfm/Dades/Resiliencia")
datos_procesado<-read_xlsx("Datos_COMPLETO.xlsx",sheet="Sheet 1")
```

### # Selección de los indicadores----

```
datos_procesado <- subset(datos_procesado, select =
c("ganadero", "anyo", "n_medio_ovejas", "n_medio_hembras_reposicion", "n_medio_sem
```

```

entales", "n_medio_machos_reposición", "n_uta_total", "n_uta_familiar", "%_uta_uta_fa
miliar", "n_medio_ovejas_por_uta_total", "n_partos_por_oveja_presente", "prolificidad",
"%_partos_dobles", "%_partos_mas_2_corderos", "n_corderos_nacidos_por_oveja prese
nte", "%_mortalidad_corderos", "%_corderos_muertos_primeros_tres_dias", "%_abortos"
, "%_reposicion", "n_corderos_vendidos_por_oveja_presente", "%_mortalidad_reproduct
ores", "n_ovejas_por_semental", "n_corderos_vendidos", "n_corderos_autoconsumidos", "
n_corderos_entregados_en_especie", "n_animales_vendidos_para_vida", "n_animales_ve
ndidos_desecho", "precio_medio_por_cordero", "precio_medio_por_animal_de_desecho
", "%_corderos_vendidos_igp_ternasco_aragon", "ingresos_por_venta_de_corderos_PE"
, "ingresos_por_subvenciones_PE", "ingresos_por_venta_de_animales_para_vida_PE", "i
ngresos_por_venta_de_animales_para_desecho_PE", "ingresos_por_venta_de_lana_PE"
, "diferencia_de_inventario_y_otros_ingresos_PE", "ingresos_totales_por_explotación_P
E", "cebada_PE", "maiz_PE", "heno_alfalfa_PE", "alfalfa_granulada_PE", "otros_forrajes_
PE", "subproductos_PE", "corrector_PE", "arrendamiento_pastos_PE", "alimentacion_co
mprada_total_PE", "coste_de_alimentacion_PE", "coste_mano_de_obra_asalariada_PE",
"coste_seguridad_social_mano_de_obra_familiar_PE", "costes_sanitarios_PE", "costes_r
eproductivos_PE", "costes_generales_PE", "costes_totales_por_explotacion_PE", "ingres
os_por_venta_de_corderos_PO", "ingresos_por_subvenciones_PO", "ingresos_por_vent
a_de_animales_para_vida_PO", "ingresos_por_venta_de_animales_para_desecho_PO", "
ingresos_por_venta_de_lana_PO", "diferencia_de_inventario_y_otros_ingresos_PO", "in
gresos_totales_por_explotación_PO"))

```

#### **# Separación de los datos por ganadero (Periodo 2)----**

# El objetivo es eliminar las filas que contienen datos de los años anteriores al 2006.

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- subset(datos_procesado, ganadero == "EXPLOTAÇÃO
Nº1")

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1[-1,]

```

#### **# Agrupación de los datos de las explotaciones (Periodo 2)----**

```

datos_periodo_2 <- rbind.fill(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº2, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº3,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº4, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº5,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº6, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº7,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº8, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº9,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº10)

```

```

rm(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº2,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº3, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº4,

```

```

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº5, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº6,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº7, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº8,
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº9, datos_EXPLOTAÇÃO_Nº10)

orden <- order(datos_perodo_2$anyo)

datos_perodo_2 <- datos_perodo_2[orden, ]

rm(orden)

# Cálculo de las variables para medir la robustez y la adaptabilidad (Periodo 2)----

datos_perodo_2$MB<-datos_perodo_2$ingresos_totales_por_explotación_PE-
datos_perodo_2$costes_totales_por_explotacion_PE

# datos_perodo_2$MB_por_uta<-
(datos_perodo_2$ingresos_totales_por_explotación_PE-
datos_perodo_2$costes_totales_por_explotacion_PE)/datos_perodo_2$n_uta_total

datos_perodo_2$coste_alimentacion_entre_costes_totales<-
datos_perodo_2$coste_de_alimentacion_PE/datos_perodo_2$costes_totales_por_expl
otacion_PE

datos_perodo_2$arrendamiento_entre_coste_alimentacion<-
datos_perodo_2$arrendamiento_pastos_PE/datos_perodo_2$coste_de_alimentacion_P
E

datos_perodo_2$uta_por_oveja<-
(datos_perodo_2$n_uta_total/datos_perodo_2$n_medio_ovejas)

# Separación de los datos por año y normalización (Periodo 2)----

datos_2006<-subset(datos_perodo_2, anyo == "2006")

datos_2006$MBn <- ((datos_2006$MB)-min(datos_2006$MB))/
(max(datos_2006$MB)-min(datos_2006$MB))

datos_2006$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n <-
((datos_2006$coste_alimentacion_entre_costes_totales)-
min(datos_2006$coste_alimentacion_entre_costes_totales))/(max(datos_2006$coste_alim
entacion_entre_costes_totales)-
min(datos_2006$coste_alimentacion_entre_costes_totales))

datos_2006$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n <-
((datos_2006$arrendamiento_entre_coste_alimentacion)-
min(datos_2006$arrendamiento_entre_coste_alimentacion))/(max(datos_2006$arrenda
miento_entre_coste_alimentacion)-
min(datos_2006$arrendamiento_entre_coste_alimentacion))

datos_2006$uta_por_oveja_n <- ((datos_2006$uta_por_oveja)-
min(datos_2006$uta_por_oveja))/(max(datos_2006$uta_por_oveja)-
min(datos_2006$uta_por_oveja))

# Creación de un fichero con las variables normalizadas (Periodo 2)----

datos_perodo_2_normalizados<-
rbind.fill(datos_2006,datos_2007,datos_2008,datos_2009,datos_2010,datos_2011,

```

```
datos_2012,datos_2013,datos_2014,datos_2015,datos_2016,datos_2017,datos_2018,datos_2019,datos_2020,datos_2021,datos_2022)
```

```
rm(datos_2006,datos_2007,datos_2008,datos_2009,datos_2010,datos_2011,datos_2012,datos_2013,datos_2014,datos_2015,datos_2016,datos_2017,datos_2018,datos_2019,datos_2020,datos_2021,datos_2022)
```

```
# Cálculo de los indicadores de robustez y de adaptabilidad para cada ganadero (Periodo 2)----
```

```
## Explotación 1----
```

```
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1<-subset(datos_periodo_2_normalizados, ganadero == "EXPLOTAÇÃO Nº1")
```

```
# Cálculo del indicador Resistencia
```

```
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Resistencia <- NA
```

```
for(i in seq(2,17)){  
if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i]>=datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1]){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Resistencia[i]<-0}  
else{datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Resistencia[i] <-  
((datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i]-datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1])/datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1])}}
```

```
# Cálculo del indicador Shock
```

```
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Decrease <- NA
```

```
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Shock <- 1
```

```
for(i in seq(2,17)){ if (datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i] ==  
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1]){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Decrease[i] <-  
1}
```

```
else datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Decrease[i] <-  
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i]/datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1]}
```

```
for(i in seq(2,17)){ if  
(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Decrease[i]<0.7){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Shock[i]  
<- 0}}
```

```
# Cálculo del indicador Índice de recuperación
```

```
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion <- NA
```

```
for(i in seq(2,16)){  
if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i]>=datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1]){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i+1]<- 1}  
else {datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i+1] <-  
((datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i+1]-datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i])/  
(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i-1]-datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$MBn[i]))}}
```

```
for(i in seq(3,17)){ if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i]>  
1){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i]<- 1}}
```

```

for(i in seq(3,17)){ if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i]<
0){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$Indice_recuperacion[i]<- 0}}

# Cálculo del indicador Variación en la ratio de autosuficiencia

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia_2 <- NA

for(i in seq(2,17)){ if
(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i]>=datos_E
XPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i-
1]){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia_2[i]<-
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i-
1]/datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i]} else
{datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia_2[i]<-
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i]/datos_EXP
LOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i-1]}}

for(i in seq(2,17)){
if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i-1] ==
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$coste_alimentacion_entre_costes_totales_n[i]){datos_EX
PLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia_2[i] <- 1}}

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia <- NA

for(i in seq(2,17)){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia[i] <- 1 -
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$ratio_autosuficiencia_2[i]}

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1 <- subset(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1, select = -
ratio_autosuficiencia_2)

# Cálculo del indicador Variación en intensificación de la alimentación

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion_2 <- NA

for(i in seq(2,17)){if
(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i]>=datos_E
XPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i-
1]){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion_2[i]<-
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i-
1]/datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i]}

else {datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion_2[i]<-
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i]/datos_EXP
LOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i-1]}}

for(i in seq(2,17)){

if(datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i-1] ==
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$arrendamiento_entre_coste_alimentacion_n[i]){datos_EX
PLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion_2[i] <- 1}}

datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion <- NA

for(i in seq(2,17)){datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion[i] <- 1 -
datos_EXPLOTAÇÃO_Nº1$sistema_prduccion_2[i]}

```



```

datos_EXPLOTACIÓN_Nº1 <- subset(datos_EXPLOTACIÓN_Nº1, select = -
sistema_prduccion_2)

# Cálculo del indicador Variación en la mano de obra

datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra_2 <- NA

for(i in seq(2,17)){if
(datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i]>=datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_
por_oveja_n[i-1]){datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra_2[i]<-
datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i-
1]/datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i]}

else {datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra_2[i]<-
datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i]/datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por
_oveja_n[i-1]}}

for(i in seq(2,17)){if(datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i-1]==
datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$uta_por_oveja_n[i]){datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano
_de_obra_2[i] <- 1}}

datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra <- NA

for(i in seq(2,17)){datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra[i] <- 1 -
datos_EXPLOTACIÓN_Nº1$mano_de_obra_2[i]}

datos_EXPLOTACIÓN_Nº1 <- subset(datos_EXPLOTACIÓN_Nº1, select = -
mano_de_obra_2)

# Indicadores calculados (Periodo 2)----

datos_periodo_2_indicadores<-rbind.fill(datos_EXPLOTACIÓN_Nº1,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº2, datos_EXPLOTACIÓN_Nº3,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº4, datos_EXPLOTACIÓN_Nº5,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº6, datos_EXPLOTACIÓN_Nº7,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº8, datos_EXPLOTACIÓN_Nº9,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº10)

rm((datos_EXPLOTACIÓN_Nº1, datos_EXPLOTACIÓN_Nº2,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº3, datos_EXPLOTACIÓN_Nº4,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº5, datos_EXPLOTACIÓN_Nº6,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº7, datos_EXPLOTACIÓN_Nº8,
datos_EXPLOTACIÓN_Nº9, datos_EXPLOTACIÓN_Nº10)

rm(datos_periodo_2)

rm(datos_periodo_2_normalizados)

datos_periodo_2_indicadores$Resistencia<-
datos_periodo_2_indicadores$Resistencia+1

```

## **## Clasificación de las explotaciones según su robustez y adaptabilidad (Periodo 2)----**

**## 2006----**

```
datos_2006<-subset(datos_periodo_2_indicadores, anyo == "2006")
```

```
datos_2006$rob<-"R"
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$media_robustez[i]>=mean(datos_2006$media_robustez)*1.2
  ){datos_2006$rob[i]<-"R+"}
```

```
}
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$media_robustez[i]<=mean(datos_2006$media_robustez)*0.8
  ){datos_2006$rob[i]<-"R-"}
}
```

```
datos_2006$ada<-"A"
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$media_adaptabilidad[i]>=mean(datos_2006$media_adaptabilidad)*1.2
  ){datos_2006$ada[i]<-"A+"}
```

```
}
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$media_adaptabilidad[i]<=mean(datos_2006$media_adaptabilidad)*0.8
  ){datos_2006$ada[i]<-"A-"}
}
```

## **# Clasificación de las explotaciones según su número medio de ovejas (Periodo 2)---**

-

**## 2006----**

```
datos_2006<-subset(datos_periodo_2_indicadores, anyo == "2006")
```

```
datos_2006$ove<-"N"
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$n_medio_ovejas[i]<=mean(datos_2006$n_medio_ovejas)*0.8
  ){datos_2006$ove[i]<-"N-"}
}
```

```
for(i in seq(1,10)){
```

```
  if(datos_2006$n_medio_ovejas[i]>=mean(datos_2006$n_medio_ovejas)*1.2
  ){datos_2006$ove[i]<-"N+"}
```

```
}
```

## # Gráficos de componentes principales con indicadores técnico-económicos (Periodo 1)-----

### ## 2006-----

```
datos_2006_rob_tec<-subset(datos_periodo_1_indicadores, anyo == "2006")
datos_2006_rob_tec<-datos_2006_rob_tec[c(3,4,5,6,7,8,11,19,20,23,24,28,36,38)]
rob.tec.2006 = PCA(datos_2006_rob_tec[,1:14],
                  scale.unit=TRUE, ncp=5,
                  quanti.sup=c(4:14),
                  graph=T)
plot.PCA(rob.tec.2006,axes = c(1, 2),choix='var',cex=0.75,cex.main=1, repel =
TRUE,cex.axis=1,col.quanti.sup="purple")
datos_2006_rob_eco<-subset(datos_periodo_1, anyo == "2006")
datos_2006_rob_eco<-datos_2006_rob_eco[c(3,4,5,40,63,69,70)]
rob.eco.2006 = PCA(datos_2006_rob_eco[,1:7],
                  scale.unit=TRUE, ncp=5,
                  quanti.sup=c(4:7),
                  graph=T)
plot.PCA(rob.eco.2006,axes = c(1, 2),choix='var',cex=0.75,cex.main=1, repel =
TRUE,cex.axis=1,col.quanti.sup="purple")
```

## ANEJO 5: RESUMEN ESTADÍSTICO DE LAS CAPACIDADES DE RESILIENCIA POR EXPLOTACIÓN Y POR AÑO

**Tabla 9:** Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 1.

Explotación	Robustez				Adaptabilidad			
	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
1	0,64	0,19	1,00	0,30	0,34	0,17	0,60	0,12
2	0,78	0,19	1,00	0,25	0,25	0,07	0,62	0,15
3	0,62	0,00	1,00	0,38	0,24	0,13	0,36	0,08
4	0,73	0,21	1,00	0,27	0,37	0,10	0,64	0,17
5	0,76	0,22	1,00	0,27	0,20	0,05	0,38	0,10
6	0,75	0,38	1,00	0,23	0,29	0,13	0,45	0,10
7	0,81	0,48	1,00	0,23	0,30	0,07	0,46	0,11
8	0,72	0,21	1,00	0,32	0,29	0,17	0,42	0,08
9	0,79	0,43	1,00	0,23	0,33	0,19	0,52	0,12
10	0,75	0,39	1,00	0,23	0,31	0,04	0,54	0,14
11	0,81	0,33	1,00	0,22	0,28	0,13	0,45	0,11
12	0,79	0,45	1,00	0,23	0,15	0,01	0,38	0,11
13	0,74	0,22	1,00	0,30	0,37	0,20	0,54	0,12
14	0,76	0,22	1,00	0,26	0,39	0,10	0,61	0,17
15	0,74	0,13	1,00	0,30	0,35	0,03	0,76	0,22
16	0,80	0,21	1,00	0,25	0,26	0,12	0,53	0,11
17	0,73	0,21	1,00	0,28	0,28	0,02	0,43	0,11
18	0,72	0,04	1,00	0,35	0,29	0,13	0,52	0,12
19	0,76	0,20	1,00	0,34	0,28	0,10	0,49	0,11
20	0,81	0,49	1,00	0,21	0,35	0,15	0,55	0,13
21	0,73	0,39	1,00	0,21	0,29	0,12	0,46	0,10
22	0,69	0,20	1,00	0,30	0,10	0,02	0,26	0,08
23	0,85	0,44	1,00	0,23	0,33	0,08	0,75	0,23
24	0,75	0,33	1,00	0,27	0,48	0,20	0,74	0,20
25	0,83	0,36	1,00	0,24	0,28	0,13	0,40	0,09
26	0,70	0,06	1,00	0,35	0,30	0,15	0,48	0,11
27	0,82	0,47	1,00	0,21	0,29	0,03	0,58	0,18
28	0,74	0,39	1,00	0,23	0,22	0,08	0,40	0,09
29	0,77	0,00	1,00	0,30	0,36	0,16	0,48	0,10
30	0,78	0,20	1,00	0,27	0,39	0,18	0,66	0,15
31	0,73	0,33	1,00	0,25	0,19	0,03	0,33	0,10
32	0,81	0,44	1,00	0,24	0,24	0,08	0,43	0,12
33	0,73	0,22	1,00	0,27	0,21	0,06	0,35	0,11
34	0,89	0,23	1,00	0,21	0,21	0,03	0,31	0,08
35	0,77	0,33	1,00	0,26	0,42	0,16	0,81	0,21
36	0,82	0,16	1,00	0,27	0,33	0,18	0,47	0,10
37	0,78	0,36	1,00	0,26	0,19	0,07	0,41	0,11

**Tabla 10:** Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad en los años del Periodo 1.

Año	Robustez				Adaptabilidad			
	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
1995	0,31	0,08	0,64	0,14	0,87	0,21	1,00	0,16
1996	0,37	0,08	0,64	0,14	0,93	0,52	1,00	0,16
1997	0,29	0,10	0,66	0,13	0,68	0,21	1,00	0,25
1998	0,24	0,02	0,49	0,12	0,69	0,00	1,00	0,25
1999	0,23	0,04	0,49	0,12	0,86	0,33	1,00	0,19
2000	0,29	0,12	0,74	0,13	0,95	0,18	1,00	0,17
2001	0,27	0,02	0,67	0,13	0,57	0,04	1,00	0,24
2002	0,29	0,06	0,70	0,14	0,52	0,00	0,94	0,27
2003	0,32	0,03	0,77	0,17	0,90	0,33	1,00	0,19
2004	0,23	0,01	0,60	0,14	0,53	0,20	1,00	0,20
2005	0,29	0,03	0,81	0,18	0,82	0,00	1,00	0,26
2006	0,35	0,10	0,75	0,14	0,82	0,46	1,00	0,22

**Tabla 11:** Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad de las explotaciones del Periodo 2.

Explotación	Robustez				Adaptabilidad			
	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
1	0,68	0,11	1,00	0,34	0,55	0,23	0,84	0,17
2	0,69	0,16	1,00	0,32	0,39	0,08	0,61	0,16
3	0,74	0,13	1,00	0,32	0,26	0,05	0,55	0,16
4	0,66	0,06	1,00	0,33	0,36	0,11	0,55	0,14
5	0,70	0,11	1,00	0,32	0,38	0,06	0,68	0,17
6	0,81	0,03	1,00	0,29	0,34	0,10	0,61	0,16
7	0,77	0,00	1,00	0,36	0,14	0,00	0,40	0,13
8	0,68	0,00	1,00	0,39	0,34	0,16	0,69	0,16
9	0,73	0,07	1,00	0,34	0,23	0,08	0,49	0,14
10	0,83	0,21	1,00	0,29	0,33	0,04	0,89	0,24

**Tabla 12:** Resumen estadístico de la robustez y adaptabilidad en los años del Periodo 2.

Año	Robustez				Adaptabilidad			
	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
2008	0,91	0,60	1,00	0,16	0,40	0,09	0,63	0,20
2009	0,94	0,54	1,00	0,14	0,44	0,14	0,89	0,22
2010	0,59	0,17	1,00	0,35	0,33	0,09	0,69	0,21
2011	0,73	0,00	1,00	0,33	0,48	0,04	0,89	0,26
2012	0,65	0,13	1,00	0,33	0,41	0,14	0,57	0,12
2013	0,93	0,50	1,00	0,16	0,31	0,04	0,67	0,19
2014	0,70	0,18	1,00	0,31	0,22	0,06	0,47	0,12
2015	0,48	0,11	1,00	0,38	0,20	0,05	0,50	0,15
2016	0,88	0,07	1,00	0,29	0,30	0,10	0,40	0,11
2017	0,94	0,49	1,00	0,16	0,29	0,15	0,48	0,11
2018	0,71	0,43	1,00	0,26	0,33	0,03	0,66	0,20
2019	0,90	0,33	1,00	0,21	0,37	0,17	0,61	0,17
2020	0,76	0,33	1,00	0,28	0,33	0,06	0,68	0,19
2021	0,51	0,03	1,00	0,36	0,42	0,00	0,68	0,22
2022	0,72	0,00	1,00	0,41	0,31	0,00	0,84	0,27