

**XVII Congreso Internacional de Costos (Sevilla, 13 al 15 octubre 2021)**  
**IMPACTO ECONÓMICO DE LA TUBERCULOSIS EN EXPLOTACIONES GANADERAS**  
**EXTENSIVAS DEL CENTRO-SUR DE ESPAÑA**

**Rosario Pérez-Morote <sup>1</sup>, Carolina Pontones-Rosa <sup>1</sup>, Christian Gortázar-Schmidt <sup>2</sup> and Álvaro Ignacio Muñoz-Cardona <sup>3</sup>**

- <sup>1</sup> Research group GISEIO “Sistemas de Información externa e interna de las organizaciones: información corporativa y para la gestión”, Business Administration and Management Department, University of Castilla-La Mancha, 02071 Albacete, Spain; carolina.pontones@uclm.es
- <sup>2</sup> SaBio Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos IREC (UCLM & CSIC), 13005 Ciudad Real, Spain; christian.gortazar@uclm.es
- <sup>3</sup> Spanish Association of Bovine Meat Producers in Castilla-La Mancha, Calle Corpus Christi 12, 45005 Toledo, Spain; gerenteclm@asoprovac.com

Eje temático: Costos por áreas específicas

## IMPACTO ECONÓMICO DE LA TUBERCULOSIS EN EXPLOTACIONES GANADERAS EXTENSIVAS DEL CENTRO-SUR DE ESPAÑA

### Resumen

La ganadería basada en el pastoreo genera ingresos en regiones con recursos limitados y es clave para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, los costes derivados de la lucha contra las enfermedades pueden marcar la diferencia entre los beneficios y las pérdidas, llegando a comprometer la supervivencia de las explotaciones. La tuberculosis animal (TB), una infección crónica del ganado vacuno y otros huéspedes domésticos y salvajes, es una de las principales limitaciones de la ganadería de carne en algunas partes de Europa. Cuando un animal da positivo en la prueba de la TB, se producen cuantiosas pérdidas económicas en la explotación, que se deben principalmente al sacrificio del animal, a la sustitución del animal sacrificado y a la necesidad de inmovilizar al resto del rebaño. Estimamos el impacto económico en términos de pérdida de beneficios como resultado de los costes incrementales y los ingresos no percibidos dejando de manifiesto que las explotaciones con un mayor número de cabezas tienen mayor capacidad para hacer frente a la pérdida de beneficios causada por la enfermedad. La cuantificación de esta pérdida contribuye al debate actual sobre el reparto de los costes de la tuberculosis entre la administración y los ganaderos. Las compensaciones que los ganaderos reciben de la administración pública para paliar los efectos económicos de las intervenciones de control de la enfermedad sólo pretenden equilibrar la pérdida debida al sacrificio del ganado infectado, y por tanto no cubre el global de la pérdida incurrida.

### 1. Introducción

El pastoreo extensivo es una de las actividades productivas que quedan en las regiones rurales menos favorecidas de Europa. Los sistemas ganaderos basados en el pastoreo no sólo ayudan a asentar la población rural y a generar ingresos en regiones fundamentalmente rurales con recursos limitados, sino que también son clave para la conservación de la biodiversidad [1]. España es el quinto país de la Unión Europea con mayor producción de ganado vacuno [2]. El número de rebaños de vacuno de carne, principalmente pertenecientes a empresas familiares, se redujo un 17% de 2017 a 2019 [3], y los ganaderos dependen de las subvenciones para mantener la rentabilidad [4]. Ante este panorama, incurrir en costes adicionales como los derivados de la lucha contra las enfermedades puede marcar la diferencia entre los beneficios y las pérdidas.

La tuberculosis animal (TB), una infección crónica del ganado vacuno y otros huéspedes domésticos y salvajes, es una de las principales limitaciones de la ganadería de carne en los países afectados. Está causada por la infección por *Mycobacterium bovis* y otros miembros estrechamente relacionados del complejo *Mycobacterium tuberculosis* (MTC) [5]. En el ganado vacuno, la infección bronconeumónica primaria puede permanecer localizada o progresar lentamente durante periodos de tiempo considerables, hasta desembocar en lesiones generalizadas. Por lo tanto, los bovinos tuberculínicos positivos se consideran casos "abiertos" de tuberculosis, potencialmente capaces de transmitir la infección a otros animales y al ser humano [6]. La normativa de la UE prohíbe la vacunación o el tratamiento del ganado infectado. Por lo tanto, el ganado que da positivo en las pruebas se sacrifica obligatoriamente y se somete a un examen post mortem. Sin embargo, en los países en los que hay transmisión de la infección a partir de poblaciones animales no bovinas infectadas endémicamente, la erradicación se ve comprometida y las medidas de control deben aplicarse indefinidamente [6]. Estos factores

externos pueden influir significativamente en la percepción que tienen los ganaderos de la eficacia de las medidas de control de la tuberculosis bovina [7].

En los brotes de TB en España, el número más común de bovinos reaccionantes a la prueba cutánea por rebaño es de 1-2, con un rango de hasta 39 [8]. Sin embargo, si la infección por MTC se confirma mediante cultivo, la repetición de la prueba del rebaño con la prueba de interferón gamma, más sensible, arrojará un mayor número de bovinos positivos a la TB [9]. Además, la prevalencia media de TB bovina en los rebaños tanto en la UE (0,9% en 2018; [10,11] como en España (2,3% en 2018) se ha mantenido estable o ha aumentado ligeramente en los últimos años, lo que indica que la rentabilidad de las explotaciones puede verse seriamente afectada por la presencia de brotes repetidos de TB. En cuanto a las tierras marginales de productividad limitada, un estudio realizado en Australia, un país que ha erradicado con éxito la TB, encontró que "a menos que se modifique radicalmente, la campaña erradicará a los ganaderos sub-marginales, así como la TB bovina" [12].

A menos que una estrategia nacional ofrezca incentivos, no se puede esperar que los productores que maximizan sus beneficios erradiquen las enfermedades de sus rebaños debido al creciente coste marginal de controlar la infección a bajos niveles de prevalencia [12]. En la UE, la Comisión aplica una serie de programas nacionales cofinanciados para la erradicación de la tuberculosis, basados en planes de pruebas y compensaciones por la retirada de ganado, el control de los movimientos y la inspección de los animales sacrificados [13]. Sin embargo, el equilibrio óptimo del reparto de costes entre el Estado y el sector privado sigue siendo objeto de debate, al igual que en otros países [7].

La estimación del impacto económico de los brotes de tuberculosis en los ganaderos es el principal objetivo de este trabajo. Esta estimación puede proporcionar una valiosa información económica para tomar la decisión de utilizar o no medidas de control y evaluar sus beneficios. En estudios anteriores se han investigado las repercusiones económicas de un brote de tuberculosis bovina mediante la estimación de las pérdidas económicas totales para los ganaderos causadas por la tuberculosis (por ejemplo, [14-18] para el Reino Unido o [19,20] para los Estados Unidos). El enfoque de los respectivos autores difiere en cuanto a las partidas incluidas en la pérdida financiera total resultante y a los diferentes criterios, parámetros y cálculos utilizados. Estos autores también examinaron la relación de estas pérdidas con los incentivos y reflexionaron sobre el reto de decidir el equilibrio del reparto de costes entre el Estado y el sector privado [14].

Ante este escenario, nuestro trabajo se suma a este campo de conocimientos aportando una metodología y un ejemplo para la estimación de los impactos económicos de una región europea donde la tuberculosis es endémica.

Cuando la enfermedad aparece en una granja, hay que tomar una serie de decisiones que provocarán la generación de importantes pérdidas. Según la ley española [21], los animales reaccionantes deben ser sacrificados, y el resto del rebaño sólo puede ser vendido a un cebadero no certificado, con la consiguiente disminución de su precio de venta, o engordado en la propia explotación, lo que provoca costes adicionales. Además, la reposición de los animales sacrificados mediante la compra de nuevas reses está sujeta a las restricciones temporales impuestas por la citada legislación y no es aconsejable en los planes de control de la tuberculosis en España [22] (PATUBES). Esto significa que las sustituciones deben hacerse con terneros nacidos dentro del rebaño, no estando éstos disponibles para la venta. En este trabajo, identificamos tres componentes de la pérdida global resultante de la tuberculosis: en primer lugar, el resultado final generado por el sacrificio de los animales infectados; en segundo lugar, los ingresos no percibidos y los costes incrementales derivados de la reposición de las vacas dentro del rebaño y la cría de las novillas que son necesarias para sustituir a los animales sacrificados; y en tercer lugar, los costes derivados de la inmovilización del resto de los animales del rebaño. Para determinar estos importes, partimos del coste de producción de los animales, en función de su edad condicionado además por el peso. De los resultados obtenidos se espera

corroborar que las explotaciones con un mayor número de cabezas son más capaces de hacer frente a las pérdidas causadas por la enfermedad.

El artículo está estructurado de la siguiente manera: Tras esta introducción, en el segundo apartado se exponen los antecedentes de la investigación y el modelo teórico relacionado con el coste de producción y las pérdidas en las explotaciones ganaderas. La tercera sección explica los materiales, las fuentes y las metodologías utilizadas para obtener nuestros resultados, que se presentan en la cuarta sección. Finalmente, presentamos nuestras conclusiones y la bibliografía.

## **2. Antecedentes y modelo teórico**

En este apartado se explica el modelo de negocio de las explotaciones objeto de estudio, las actuaciones y consecuencias derivadas de la detección de animales positivos en las pruebas. También establecemos los tipos de pérdidas producidas, utilizando el concepto legal de lucro cesante.

### **2.1. Modelo de negocio**

El presente estudio se centra en las explotaciones de cría de ganado vacuno, definidas como aquellas que tienen animales hembras, destinadas a producir terneros para su venta, o para su engorde [23]. En particular, las explotaciones objeto de estudio aplican una política de rebaño cerrado, lo que significa que el presente estudio se realiza bajo la premisa de que los animales sacrificados por tuberculosis son sustituidos por terneros nacidos en la misma explotación. Las razones de esta estrategia se justifican por varios motivos. Por un lado, el Real Decreto 2611/1996 [21] establece restricciones al movimiento en casos de tuberculosis. En concreto, tras una prueba positiva, la explotación está obligada a esperar 6 meses antes de realizar otra prueba, y sólo si el rebaño da negativo puede adquirir animales de otras explotaciones ganaderas. Por otro lado, PATUBES recomienda que la entrada de nuevos animales en una explotación sea la mínima posible para reducir el riesgo de tuberculosis y advierte del riesgo que supone la importación de animales, aunque estos se adquieran en países con un sistema de comercio organizado (OTF). La Asociación Española de Productores de Vacuno de Carne (ASOPROVAC, Toledo, España) [24] argumenta que, aparte de las razones sanitarias, los ganaderos prefieren sustituir los animales perdidos por ganado propio. Criar su propio ganado significa que tienen acceso a la información genómica de los animales de la explotación, lo que les permite seleccionar las madres con las mejores características en términos de fertilidad, manejo, facilidad de parto o cualidades maternas. Además, la cría de sus propios animales les permite adaptarse mejor a las necesidades del mercado y a las demandas de los clientes. Además, las vacas nacidas en la granja se adaptan perfectamente al entorno en el que se encuentra la explotación y se crea un vínculo emocional entre los animales y el criador. Otra ventaja importante es que este sistema permite al ganadero salvaguardar el control sanitario. Los animales de cría están obligados a ser debidamente vacunados y a recibir los tratamientos sanitarios obligatorios antes de su primera cubrición [25].

La política de rebaño cerrado implica que para cubrir las necesidades naturales de reposición que mantengan la capacidad reproductiva de las explotaciones, se debe destinar cada año un determinado número de terneras a la reposición.

### **2.2. Acciones y consecuencias derivadas de la detección de la tuberculosis**

Cuando un animal del rebaño da positivo a la enfermedad o se infecta, el sacrificio es obligatorio. Esto supone que, dependiendo de la edad del animal, éste habrá sido depreciado en mayor o menor medida, según el número de terneros que haya producido hasta esa fecha. Esto implica además que, al ser sacrificado, una parte del valor del animal no se habrá recuperado,

generando así una pérdida para la explotación. Esta pérdida es, en menor o mayor medida, mitigada o equilibrada por la indemnización por animal sacrificado que paga la administración pública, así como por el valor de la carne de vacuno obtenida en el sacrificio.

Además, la detección de la tuberculosis obliga, para mantener la capacidad productiva de la explotación, a utilizar un número adicional de animales para la reposición. Esto significa que los animales que deben ser sustituidos no pueden ser vendidos [26,27], lo que supone un coste de oportunidad representado por el importe de los ingresos no percibidos. Además, la edad estimada para el primer parto es de unos dos años y medio [28], por lo que el ternero de reposición no alcanzará su capacidad reproductiva hasta ese momento. En consecuencia, durante este periodo la capacidad productiva de la explotación se verá disminuida, teniendo que soportar la reducción adicional de los ingresos por ventas derivada de la menor producción de terneros.

Además, los animales positivos a las pruebas deben ser aislados del resto y sacrificados lo antes posible, en un plazo no superior a 30 días [21]. El resto del rebaño está sujeto a restricciones de movimiento, y sólo puede salir de la explotación para ser vendido a un cebadero no certificado [29]. Si no se venden a este tipo de cebadero, o hasta que se produzca la venta, todo el rebaño debe permanecer en la granja hasta que los animales puedan ser vendidos a un cebadero certificado, lo que supone un periodo estimado de 18 meses [24], generando costes adicionales por el engorde y los cuidados [16,17]. La otra opción es vender a un cebadero no certificado a un precio de venta reducido [16,30]. Los cebaderos no certificados no están autorizados a exportar animales, limitándose a vender en el mercado nacional. El precio de venta reducido a los cebaderos no certificados se explica por el hecho de que cuando los animales deben ser sacrificados en las instalaciones españolas, su precio depende de los kilos de carne en canal, lo que, a su vez, depende del rendimiento real de la canal, del descuento posterior, de los costes de transporte, de las tasas y del coste del sacrificio [24].

Por último, el servicio veterinario central español proporciona la prueba de diagnóstico sin coste alguno, lo que no supone un gasto adicional para los ganaderos.

### **2.3. Modelo teórico y marco conceptual**

El concepto jurídico de lucro cesante introducido por el Código Civil (art.1106) [31], se define como una forma de daño patrimonial que consiste en la pérdida de una ganancia o beneficio económico legítimo por parte de la víctima o de sus familiares como consecuencia de un perjuicio (daño emergente), que no se habría producido de no haberse verificado el hecho dañoso. El lucro cesante se produce cuando hay una pérdida de una determinada perspectiva de beneficio. Por ejemplo, el comerciante cuya mercancía ha sido destruida puede reclamar el precio de la misma, así como el beneficio que hubiera obtenido. El artículo 1106 del Código Civil establece que "la indemnización por daños y perjuicios comprende no sólo el valor de la pérdida sufrida, sino también el valor del beneficio que el acreedor ha dejado de obtener".

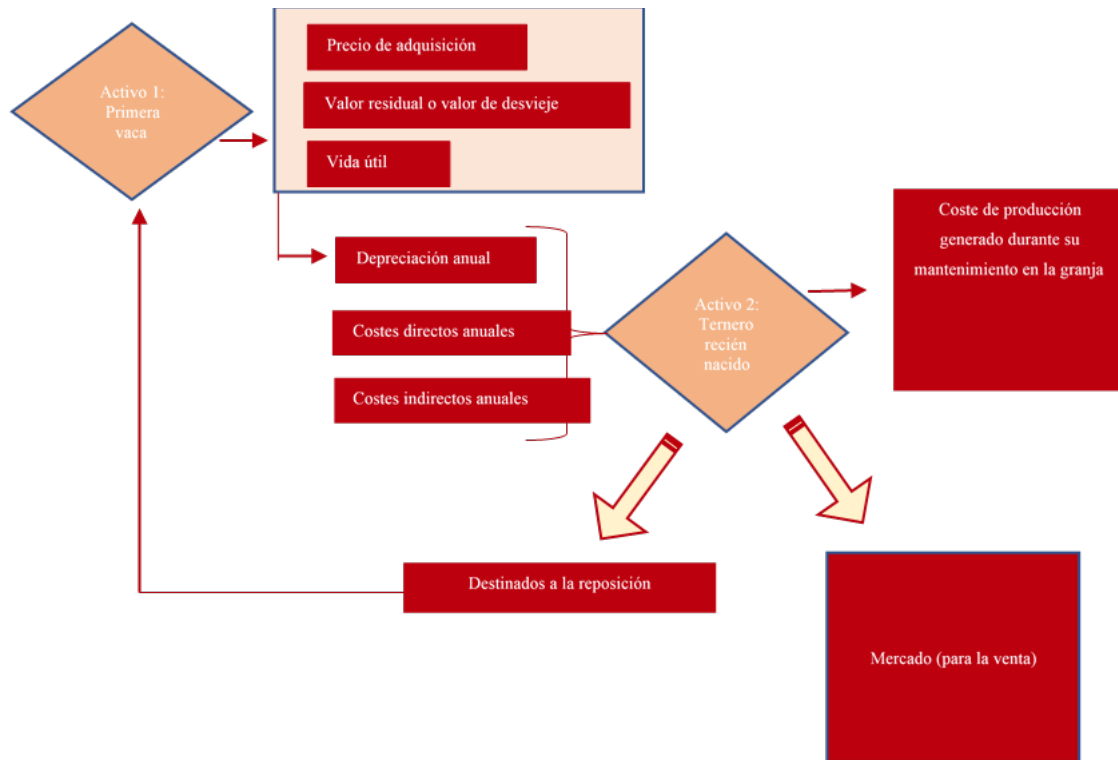
Para que se conceda la indemnización por lucro cesante, la jurisprudencia exige que se cumplan dos condiciones: Que el lucro cesante exista y pueda probarse, junto con su relación directa con el daño causado, y que pueda determinarse económicamente la cuantía que se ha dejado de obtener. Aunque estos requisitos suelen exigirse, la jurisprudencia más reciente de la Sala de lo Civil del Tribunal Supremo español está optando por indemnizar "aquel perjuicio futuro que razonablemente pueda preverse que se producirá". Para llevar a cabo el "quantum" (cuantía) de la indemnización por lucro cesante, cuando se refiere a beneficios futuros, debe obtenerse a través de valoraciones prospectivas, basadas en criterios objetivos de experiencia, entre los que pueden servir los que operan en el mundo económico, contable, actuarial, asistencial o financiero, según las correspondientes disciplinas técnicas o científicas, de acuerdo con el examen y ponderación de las circunstancias de cada caso.

En concreto, la disciplina de la contabilidad financiera recogida en el Plan General de Contabilidad [32] prevé criterios de valoración y regulación para conocer el lucro cesante,

mientras que la contabilidad analítica orienta para diseñar y controlar los costes de la empresa [15,33-35].

En la figura 1 se expone el modelo contable teórico del coste de producción de los activos de las explotaciones ganaderas. Se observa que un primer activo (vaca, activo 1) permite la producción de terneros (activo 2) destinados a la venta o a la reposición.

**Figura 1. Modelo de estimación del coste de producción. Fuente: Elaboración propia.**



Los conceptos teóricos incluidos en el modelo son los siguientes:

- Coste de producción, que incluye el precio de compra de las materias primas y consumibles, los costes directamente imputables a la producción del activo y el importe proporcional de los costes de producción indirectamente imputables al activo, en la medida en que se hayan producido durante el periodo de producción, construcción o fabricación. Se basan en el nivel de utilización de la capacidad normal de producción y son necesarios para poner el activo en condiciones de funcionamiento. Hay que tener en cuenta que el cálculo de los costes se caracteriza por su relatividad, dada la necesidad de decidir entre distintos criterios a la hora de distribuirlos [33], por lo que las cifras alcanzadas deben entenderse como estimaciones y no como valores únicos y categóricos.

- Precio de adquisición, que comprende el importe facturado por el vendedor, una vez deducidos los descuentos, rebajas u otros conceptos similares, como los intereses incorporados al importe nominal, más los costes adicionales en que se haya incurrido para poner los bienes en condiciones de funcionamiento, como el transporte, los derechos de importación, los seguros y otros costes directamente imputables a la adquisición de existencias. No obstante, el precio de adquisición puede incluir los intereses de las deudas con vencimiento inferior a un año que no tengan un tipo de interés contractual cuando el efecto de no descontar los flujos de caja sea irrelevante [32]. Este primer activo (Activo 1) se evalúa según este criterio.

- Valor residual de un activo, entendido como el importe que la empresa obtendría actualmente por la enajenación del activo, una vez deducidos los costes de venta, si el activo tuviera ya la

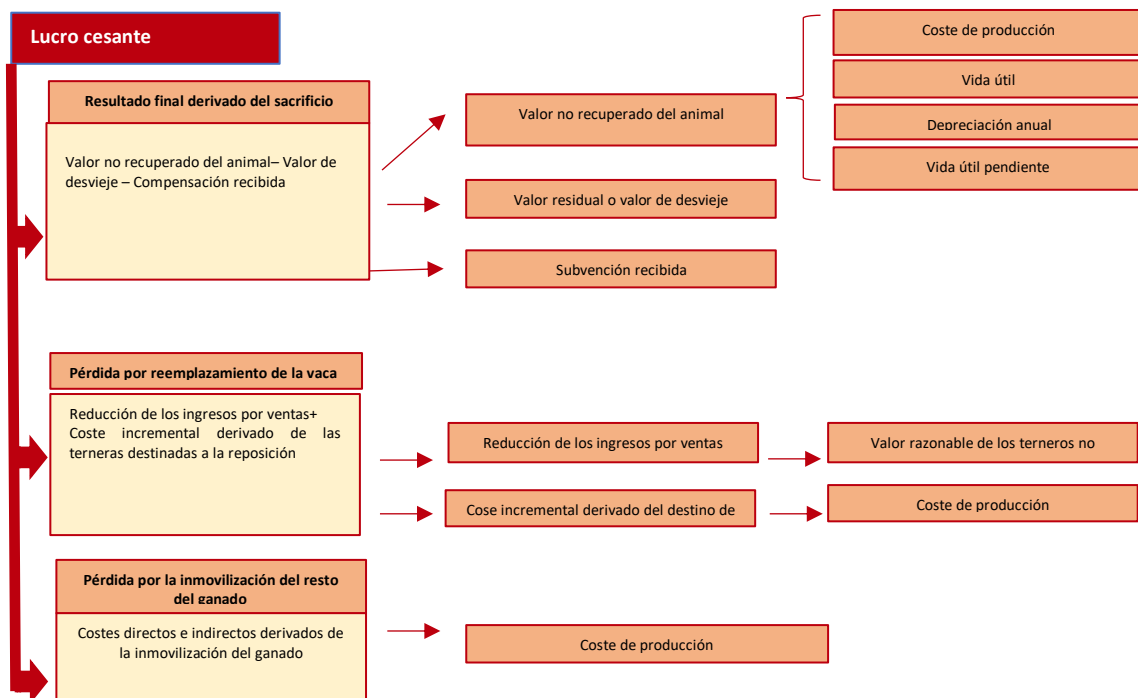
edad y el estado previstos al final de su vida útil [32]. En el ámbito de las explotaciones ganaderas, el valor residual del ganado corresponde a su valor de desecho.

La diferencia entre el precio de adquisición y el valor de desecho es el valor amortizable que la empresa necesitará recuperar a lo largo de la vida útil (reproductiva) del animal, entendida en este caso como el periodo en que la vaca es fértil.

Dado que el activo 1 se mantiene en la explotación con un fin reproductivo, su coste debe ser repercutido entre de los terneros que produce. En este sentido, la relación entre el valor amortizable y la vida útil de este primer activo representa el importe de la amortización anual a recuperar en cada uno de los años de vida útil. Este importe, junto con los costes directos e indirectos de mantenimiento del activo, representa el valor del activo 2 (ternero recién nacido). A estos conceptos hay que restar el importe de las subvenciones oficiales que reciben estas explotaciones, que se traducen en menores costes para las mismas [35]. El Activo 2 (ternero recién nacido) resultante puede ser vendido o destinado a la reposición natural. Su coste inicial resultante aumentará en función del tiempo de permanencia en la explotación como consecuencia de los costes directos e indirectos generados por su mantenimiento.

La figura 2 muestra el modelo contable teórico del lucro cesante, que consta de tres componentes: El resultado derivado del sacrificio de los animales infectados; los ingresos dejados de percibir y los costes incrementales debidos a la reposición del animal sacrificado; y en tercer lugar, los costes derivados de la inmovilización del resto de los animales del rebaño:

**Figura 2. Modelo de estimación del lucro cesante. Fuente: Elaboración propia.**



En cuanto al primer componente, en la determinación del resultado derivado del sacrificio de los positivos por TB, intervienen los siguientes conceptos contables:

- Valor no recuperado de un activo, la vaca sacrificada, se obtiene multiplicando la vida útil pendiente del animal por su depreciación anual [32,35].
- Valor residual o valor de sacrificio, que ya se explicó anteriormente.
- Los ingresos, representados por la indemnización recibida por el sacrificio. Siguiendo el ICAC (2007) [32], las subvenciones para financiar gastos específicos se reconocerán como ingresos en el periodo de declaración en el que se devenguen los gastos financiados [32].

El segundo componente del modelo propuesto consta de dos elementos: La reducción de los ingresos por ventas y el coste incremental de la cría del ternero de reposición. Esto implica los siguientes conceptos contables:

- El valor razonable, como medida del precio de venta. El valor razonable es el importe por el que se puede intercambiar un activo, o liquidar un pasivo, entre partes informadas y dispuestas a ello en una transacción en condiciones de igualdad. El valor razonable se determinará sin deducir los costes de transacción incurridos en la enajenación. No se considerará como valor razonable el importe que una empresa recibiría o pagaría en una transacción forzada, una venta urgente o una liquidación involuntaria [32].

- El coste de producción se basa en la definición anteriormente expuesta e incluirá todos los costes directos e indirectos generados para que el Activo 2 (ternero de reposición) esté en las mismas condiciones que el activo perdido [36,37].

En cuanto al tercer componente, los costes derivados de la inmovilización del resto del rebaño, incluye varios conceptos contables: Costes adicionales de producción y valor razonable, teniendo en cuenta la existencia de la enfermedad en la medida en que afecta al precio de venta.

### **3. Materiales y métodos**

Nuestra región de estudio fue el oeste de España, desde norte contemplando la provincia de Zamora hasta Cádiz en el sur, en toda esta extensión geográfica se concentra alrededor del 60% de la cabaña bovina española, criada en un hábitat característico de agricultura mixta, pastos y bosque mediterráneo [26].

#### **3.1. Materiales y métodos para la estimación del coste de producción**

Siguiendo el diagrama de flujo presentado en el apartado anterior en la Figura 1, se partió de la estimación de los costes de producción de los terneros nacidos y criados en estas explotaciones (Activo 2), siguiendo una metodología similar a la utilizada en estudios anteriores, como los del Grupo MSD (2019) y Burh, McKeever y Adachi (2009) [19,38]. Para ello, se eligió una vaca de entre 48 y 84 meses, como representante del primer activo (Activo 1), dado que la edad media del ganado vacuno es de 6,72 años [28]. A partir del precio adquisición, el valor de desecho y la vida útil reproductiva, calculamos la depreciación anual para cada año de vida útil del activo "vaca". A esta cuota, añadimos el coste directo de la alimentación y los cuidados sanitarios, la mano de obra asalariada y los costes indirectos. A continuación, restamos el importe medio de las subvenciones directas o por cabeza recibidas. El total representa el coste anual de poseer y mantener una vaca. Esta propiedad y mantenimiento de una vaca se traduce en partos, teniendo en cuenta la tasa de fertilidad, la producción de terneros y la mortalidad de estos al nacer. Como resultado, se obtendría el coste unitario de producción por ternero en el momento del parto.

El siguiente paso consistió calcular el coste unitario de producción en cada una de las categorías de edad. Para ello, tomamos como punto de partida el coste unitario de producción del ternero recién nacido obtenido anteriormente y, en función del número medio de meses que cada animal permanece en la explotación generando costes, añadimos el importe mensual de los costes de alimentación y atención sanitaria, mano de obra asalariada y costes indirectos. A continuación, se descontaba el importe mensual correspondiente a las subvenciones directas recibidas. Hay que tener en cuenta que consideramos que hasta los 6 meses de edad (ternero no destetado), los terneros no generan costes laborales ni costes indirectos adicionales respecto a los de su madre. En consecuencia, asignamos el coste de la alimentación y de los cuidados sanitarios únicamente.

En cuanto a las fuentes que han servido de base para determinar los valores necesarios para estimar el coste de producción antes mencionado, el precio de adquisición se obtuvo tomando como referencia los precios facilitados por el Mercado Nacional de Ganados de Talavera de la Reina (España) a 31 de diciembre de 2019 [39]. Estos precios son, en algunos casos, por animal



físico (unidades físicas de animal) (como en el caso de los terneros de menos de un mes), mientras que otros se dan por kg de peso. Para las categorías cuyos precios de adquisición dependen del peso, hemos calculado un precio medio de 2,23 €/kg para los añojos hasta la edad de 18 meses. A partir de esta edad, los precios de compra de los animales vivos son por animal y oscilan entre 1.500 euros para un añojo de 18-24 meses y 1.050 euros para una novilla. Para determinar el valor residual o de desecho de los bovinos mayores, nos basamos en la misma fuente, utilizando los precios de la carne en canal de vacuno, considerando un rendimiento en canal del 57,5% [40]. Estos valores oscilan entre 1,99 €/kg para las categorías de terneros, añojos y novillas, y 0,52 €/kg para novillas y vacas.

Todos los datos anteriores fueron comparados y complementados con otros datos técnicos proporcionados por ASOPROVAC (Toledo, España). El peso medio, que depende del sexo, la edad y la raza, se calculó con los datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura español [41]. También se tuvo en cuenta la pérdida de peso corporal en los animales de mayor edad [42].

A lo largo del estudio, y para determinar el coste de producción, distinguimos entre cinco categorías en función de la edad. Dichas categorías fueron: "Terneros no destetados", de hasta 6 meses de edad; "Terneros destetados" (animales de 6 a 12 meses); "Añojos" (animales de 12 a 24 meses); "Novillas" (animales de 24 a 48 meses); y "Vacas" (animales > 48 meses) [17,39]. Para llevar a cabo nuestro análisis, algunas de las categorías se dividieron a su vez en subcategorías más detalladas, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 389/2011, de 18 de marzo [43]. Así, en el rango de edad de 0-6 meses, que identifica a los terneros no destetados, se diferenció entre ternero ≤ 1 mes, 1-3 meses, 3-6 meses. En el rango de edad de 6 a 12 meses, diferenciamos entre animales de 6 a 9 meses y animales de 9 a 12 meses. En el rango de edad de 12-24 meses, correspondiente a añojos, diferenciamos entre animales de 12 a 18 meses y animales de 18 a 24 meses. En el rango de edad de >48 meses, es decir, la categoría "vaca", se discriminó entre animales de 48-84 meses, 84-120 meses y >120 meses.

La tabla 1 muestra los valores utilizados para cada categoría y edad:

**Tabla 1. Categoría, edad, peso, precio de compra en vivo y valor en canal. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Mercado de Talavera de la Reina a 31 de diciembre de 2019.**

Categoría	Edad	Peso en vivo (kg)	Precio de adquisición de ganado en vivo Price (€/unit) or (€/kg)	Precio de adquisición a la canal (€/kg)	Total Ingresos venta (€)	Valor de desvieje * (€)	
Terneros no destetados	0 to 6 meses	1 month or younger	53,64	163,75 (€/unit)	1,99	163,75	61,37
		1 to 3 meses	116	2,23 (€/kg)	1,99	258,68	132,73
		3 to 6 meses	208,5	2,23 (€/kg)	1,99	464,96	238,58
Terneros destetados	6 to 12 meses	6 to 9 meses	301,5	2,23 (€/kg)	1,99	671,23	344,42
		9 to 12 meses	394	2,23 (€/kg)	1,99	878,62	450,83
Añojos	12 to 24 meses	12 to 18 meses	532,8	2,23 (€/kg)	1,99	1.188,14	609,66
		18 to 24 meses	632,5	1.500 (€/unit)	1,99	1.500,00	723,74
Novillas	24 to 48 meses	24 to 48 meses	640	1.100 (€/unit)	1,99	1.100,00	732,32
Vacas	>48 meses	48 to 84	640	1.050 (€/unit)	1,26	1.050,00	461,84
		84 to 120	640	1.050 (€/unit)	0,52	1.050,00	191,36
		>120 meses	526,15	1.050 (€/unit)	0,52	1.050,00	157,32

Además de lo anterior, para determinar los costes de producción (directos e indirectos), recogimos datos secundarios de diferentes fuentes oficiales. Los datos de costes utilizados para el cálculo de los costes de producción fueron extraídos de una serie de informes publicados por

el Ministerio de Agricultura español “Estudios de Costes y Rentas de las Explotaciones Agrarias” [44-48]. Esta fuente proporciona datos a nivel de cabezas de ganado pertenecientes a diferentes comunidades autónomas, sin posibilidad de diferenciar entre tipos de explotaciones. Se utilizaron los valores medios de 2013 a 2017, ajustados a precios a 31 de diciembre de 2019. La estimación del coste directo incluyó un coste medio de alimentación de los animales y también sus costes sanitarios y laborales. El coste de la alimentación comprende esencialmente las sumas correspondientes al forraje y a los concentrados, corregidas en función de la variación media de las existencias. Para el factor mano de obra, se consideró el coste de la mano de obra asalariada, En cuanto a los costes indirectos que se tuvieron en cuenta, incluyeron los relacionados con la contratación de maquinaria, la depreciación de los activos fijos, la seguridad social, los seguros, los impuestos y los gastos generales [49-51].

Por último, a la suma de los costes directos e indirectos se le restó el importe medio de las subvenciones directas recibidas de la Política Agrícola Común.

### **3.2. Materiales y métodos para la estimación del lucro cesante**

Para estimar el primer componente del lucro cesante, el resultado generado por el sacrificio del animal, se calculó la diferencia entre el valor no recuperado del animal en la fecha del sacrificio y el importe recibido, que se compone del valor de desvieje y la indemnización. Además, para determinar un saldo final medio, hemos estimado una media ponderada, teniendo en cuenta que un rebaño típico de vacuno de carne suele estar compuesto por un 25% de animales de 0 a 24 meses y un 75% de más de 24 meses.

Las fuentes de las que tomamos los datos necesarios para estimar este resultado derivado del sacrificio fueron las siguientes:

Del Real Decreto 389/2011, de 18 de marzo [43] obtuvimos la indemnización a percibir, según la edad, por cada animal positivo en la explotación, que se utilizó para determinar el saldo económico final debido al sacrificio.

Las estimaciones de costes realizadas tuvieron en cuenta los parámetros de la vida útil estimada en 11,5 años, dada una esperanza de vida de 13-14 años [28]. Con una tasa de fertilidad del 72,8%, cada ternera produce 9,05 terneros a lo largo de su vida [28], Se ha asumido una mortalidad de terneros del 5% [52] y un porcentaje medio de reposición del 12,5% [26,27].

En cuanto al segundo componente del lucro cesante, tal y como ya se ha comentado anteriormente consta de dos elementos: La reducción de los ingresos por ventas y el coste incremental de la cría de los terneros de reposición hasta que se conviertan en novillas, Respecto a este último, estos costes suponen un importe anual en alimentación y cuidados sanitarios, mano de obra asalariada y costes indirectos, menos las correspondientes subvenciones directas. Este coste se proyecta a lo largo de dos años y medio hasta que la ternera de reposición pueda parir por primera vez.

Para determinar los ingresos por ventas, se ha considerado el número de terneros producidos y vendidos en función de las necesidades de fertilidad, mortalidad y reposición previamente establecidas, distinguiendo entre los machos y las hembras nacidos. Esta proporción es prácticamente del 50% [28], aunque el precio de venta de un macho (676,97 €/ternero) es superior al de una hembra (458,1 €/ternero). Para calcularlo, hemos utilizado los precios de mercado cotizados a 31 de diciembre de 2019. Cabe destacar que la tasa de variación de estos precios en los últimos diez años es del 8,6% [39]. También hay que tener en cuenta que estos precios de venta unitarios corresponden a un escenario de TB cero. Dado que no existe ninguna fuente de referencia para el precio de venta a cebaderos no certificados, nos hemos visto obligados a utilizar el precio de mercado.

La reducción de los ingresos por ventas se identificó comparando la situación de cero TB con la de la existencia de 1 o más animales positivos en la explotación. Realizamos esta comparación en cuatro posibles escenarios correspondientes a diferentes tamaños de explotación. Para el primer escenario, elegimos una explotación con 25 cabezas de ganado, dado que el 22% de las

explotaciones incluidas en nuestro estudio tenían entre 20 y 30 cabezas de ganado [44-48]. En segundo lugar, elegimos un escenario para una explotación de 60 cabezas, siendo éste el tamaño medio de las explotaciones ganaderas españolas en los años estudiados [44-48]. A continuación, planteamos dos escenarios para explotaciones con un número de animales superior a la media, donde el tercer escenario estima las pérdidas para una explotación de 100 cabezas, y el cuarto para una explotación ganadera de 500 cabezas. También cabe destacar que cada uno de estos escenarios hace referencia a un número diferente de animales positivos en las pruebas, siendo este mayor para las explotaciones con mayor número de cabezas de ganado. Además, también actuamos partiendo de la base de que cuanto mayor sea el número de cabezas de ganado en la explotación, mayor será la probabilidad de que haya un gran número de animales positivos a la prueba [9].

Dentro de cada uno de estos cuatro escenarios, calculamos en primer lugar los ingresos anuales por venta de terneros, que dependen de los terneros nacidos en función del número de vacas productivas. Esto, a su vez, está condicionado por el número de animales infectados en la explotación.

La metodología utilizada, basada en datos secundarios, no permite estimar el tercer componente del lucro cesante, es decir, la inmovilización del rebaño. Esto se debe a la falta de un mercado de referencia para determinar el precio de venta a los cebaderos no certificados. Tampoco es posible proporcionar un valor medio de los costes generados por el engorde realizado en la explotación, dado que éstos varían mucho según las explotaciones [53-55].

Por último, para la obtención del lucro cesante global, se consideraron los dos componentes cuantificados utilizados en esta investigación: el resultado derivado del sacrificio y la pérdida por reposición. Esta cifra se calcula para los periodos de un año y de dos años y medio, dado que algunos de los componentes del lucro cesante tienen efecto a lo largo de dos años y medio.

#### 4. Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos para el coste de producción de un ternero recién nacido (Activo 2), que, a su vez, se utiliza como base para calcular el lucro cesante, siguiendo los modelos descritos en el apartado 2.3. Modelo teórico y marco conceptual.

La estimación del coste de producción (Cuadro 2) toma como punto de partida el primer activo (Activo 1), Utilizando el precio de adquisición, el valor de deshecho y la vida reproductiva útil, calculamos el coste anual de poseer y mantener una vaca (554,20 euros/año). Teniendo en cuenta el número de terneros nacidos, el coste unitario de producción por ternero en el momento del parto se ha estimado en 583,37 €.

**Tabla 2. Coste de producción de un ternero recién nacido.**

Coste de producción de un ternero recién nacido		
		Primera Vaca
Vida útil	Años durante los cuales la vaca es fértil	11,5 años
Precio de adquisición		1.050,00 €
Valor de desvieje		461,84 €
Costes directos anuales	Alimentación y gastos sanitarios	438,00 €
	Salarios	62,84 €
Costes indirectos anuales	Depreciación de activos, cargas sociales, seguros, impuestos y gastos generales	161,98 €
Subvenciones directas recibidas al año	Subvenciones recibidas	159,76 €
Valor amortizable	(Precio de adquisición – Valor de desvieje)	588,16 €
Cuota de amortización anual por vaca	Valor amortizable /Vida útil	51,14 €
Coste anual por vaca	Cuota de amortiz. + costes directos+ costes indirectos – subvenc.	554,20 €
Actividad reproductiva de la vaca (producción de terneros)		9,00 terneros
De esos 9 terneros	5% Mortalidad	0,050
	12,5% Reposición de terneras	0,125
	82,5% para la venta	0,825

Coste unitario del ternero recién nacido	Coste anual por vaca/0,95	583,37 €
--	---------------------------	----------

A partir de este coste unitario de producción de una ternera recién nacida, hemos calculado el coste unitario de producción en cada una de las categorías de edad (cuadro 3). Así, a modo de ejemplo, teniendo en cuenta el coste unitario por ternera en el momento del nacimiento, y considerando los costes de mantenimiento a lo largo del tiempo, la producción de una novilla de 24 a 48 meses de edad tendría un coste de 1.463,73 euros, atribuyendo unos costes de mantenimiento equivalentes a una estancia media de hasta 48 meses en la explotación.

**Tabla 3. Coste de producción de animales para la reproducción por edad. Fuente: Elaboración propia.**

Edad	Coste de producción de los terneros (€) *
Menos o igual a 1 mes	619,87
1 a 3 meses	619,87
3 a 6 meses	619,87
6 a 9 meses	638,40
9 a 12 meses	709,14
12 a 18 meses	834,90
18 a 24 meses	960,67
24 a 48 meses	1.463,73
48 a 84 meses	2.218,32
84 a 120 meses	2.972,91
>120 meses	3.979,03

\* Coste de producción del ternero = Coste unitario de producción del ternero recién nacido + (número medio de meses en la explotación × (coste directo e indirecto mensual - subvenciones recibidas)).

Una vez obtenidos estos costes, presentamos los resultados de la valoración económica del lucro cesante.

La tabla 4 (véase el anexo) muestra el resultado derivado del sacrificio de los animales que han dado positivo por TB. Se observa que este saldo final varía según la categoría, ya que, en algunos casos, el sacrificio no produce una pérdida, sino un beneficio, para el ganadero, como ocurre en el caso de los animales de 6 a 9 meses, de 9 a 12 meses, de 12 a 18 meses y de 18 a 24 meses. En estos casos, la suma de la indemnización y el valor del animal en el momento del sacrificio es superior al valor no amortizado. Por lo tanto, se ha tomado un balance final medio por animal positivo sacrificado que equivale a 270 euros.

El segundo componente del lucro cesante consta de dos elementos: la reducción de los ingresos por ventas y el coste incremental de la cría de terneros de reposición hasta que se conviertan en novillas. Por lo que respecta a este último, estos costes suponen un importe anual de 503,06 euros, lo que equivale al coste directo e indirecto anual, restando las subvenciones directas anuales recibidas. Hay que tener en cuenta que este coste se proyecta a lo largo de dos años y medio hasta que la ternera de reposición pueda parir por primera vez.

En cuanto a la reducción de los ingresos por ventas, las tablas 5-8 (mostradas en el anexo) permiten comparar la situación en un escenario de tuberculosis cero con la de la existencia de 1 o más animales positivos en la explotación. Cada una de estas tablas muestra los cuatro escenarios estudiados: explotaciones de 25, 60, 100 y 500 cabezas. Se presentan el número de terneros machos y hembras vendidos, una vez restados los utilizados para la reposición, ya sea por razones naturales o por las necesidades de reposición derivadas del brote de tuberculosis. También, se muestra el número total de terneros machos y hembras destinados a la venta, multiplicado por sus respectivos precios de venta, los cuales determinan los ingresos por ventas de cada explotación, que lógicamente disminuyen a medida que aumenta el número de animales positivos en la explotación.

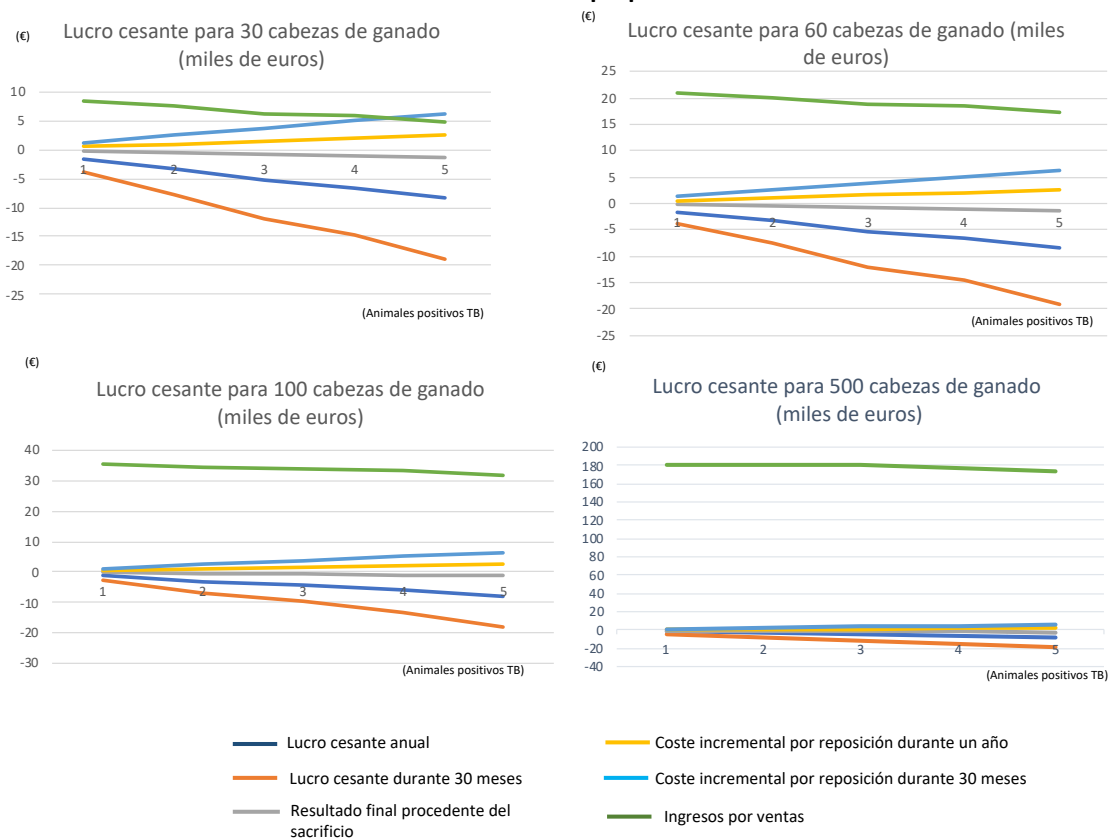
De las tablas 5-8 se desprende que, en el caso de que no haya animales infectados, se venden un total de 16 terneros en la explotación de 25 cabezas, 37 terneros en la de 60 cabezas, 61 en la de 100 cabezas y 309 en la de 500 cabezas. Estas cifras disminuyen a medida que se reduce el número de animales productivos debido a la tuberculosis. Como ejemplo, si nos centramos en las tablas 5 y 6 puede observarse como, en el caso de 3 animales positivos, se vende 1 ternero

macho menos y 5 terneras hembras menos, en comparación con un escenario libre de la enfermedad en los casos de las explotaciones de 25 y 60 cabezas de ganado. En términos financieros, la caída anual de los ingresos por ventas en estas explotaciones corresponde a 2.967,47 euros y 7.418,68 euros para un periodo de dos años y medio. En la tabla 7, para una explotación de 100 cabezas y tres animales positivos en las pruebas, se vende 1 ternero macho menos y 3 terneras hembras menos. Se calcula que la caída anual de los ingresos por ventas es de 2.051,27 euros y 5.128,17 euros para un periodo de dos años y medio. En la tabla 8, para una explotación de 500 cabezas y tres animales positivos, se vende 1 ternero macho menos y 4 terneras hembras menos. En este sentido, la disminución de los ingresos anuales por ventas se estima en 2.509,37 euros y, para un periodo de dos años y medio, este descenso se estima en 6.273,42 euros.

A modo de síntesis, las tablas 9-12 recogidas en el anexo muestran la valoración económica del lucro cesante, considerando los dos componentes cuantificados utilizados en esta investigación. Las cifras están calculadas para los periodos de un año y dos años y medio, dado el impacto a largo plazo de algunos componentes. Si observamos dichas tablas, el primer componente del lucro cesante es el resultado final debido al sacrificio. Este elemento sólo afecta al ejercicio económico en el que el animal da positivo y es sacrificado. Su importe se estimó en la tabla 4 y fue, por término medio, de 270,3 euros para el caso de un solo animal positivo detectado en la explotación. Si el número de casos positivos hubiera sido mayor, este valor se multiplicaría por el número de animales sacrificados. Un segundo componente del lucro cesante está relacionado con la reposición. Por un lado, incluye el coste de oportunidad por la no venta de la reposición y los ingresos que la explotación pierde por la no natalidad de los terneros durante el tiempo que transcurre entre el sacrificio y el primer parto de la ternera de reposición, que se proyectan a lo largo de dos años y medio, durante los cuales se produce una caída de la capacidad productiva de la explotación. Por otro lado, contiene el coste incremental de la cría de los terneros de reposición hasta que se convierten en novillas, estimado en un importe anual de 503,06 euros en el caso de un solo animal positivo, mientras que para un periodo de dos años y medio ascendería a 1.257,65 euros. En cuanto al cálculo del lucro cesante global tanto para un año como para dos años y medio, y tomando como ejemplo el caso de tres animales positivos en la explotación, se estima que esta cantidad es de 5.287,61 € para un año y de 12.002,58 € para dos años y medio en las explotaciones de 25 y 60 cabezas (tablas 9 y 10). En el caso de una explotación de 100 cabezas (tabla 11), estas cifras son de 4.371,41 euros y 9.712,08 euros para los periodos respectivos. En el caso de una explotación de 500 cabezas (tabla 12) con tres animales positivos a las pruebas, se calcula que el lucro cesante es de 4.829,51 euros y 10.857,33 euros para un año y dos años y medio, respectivamente.

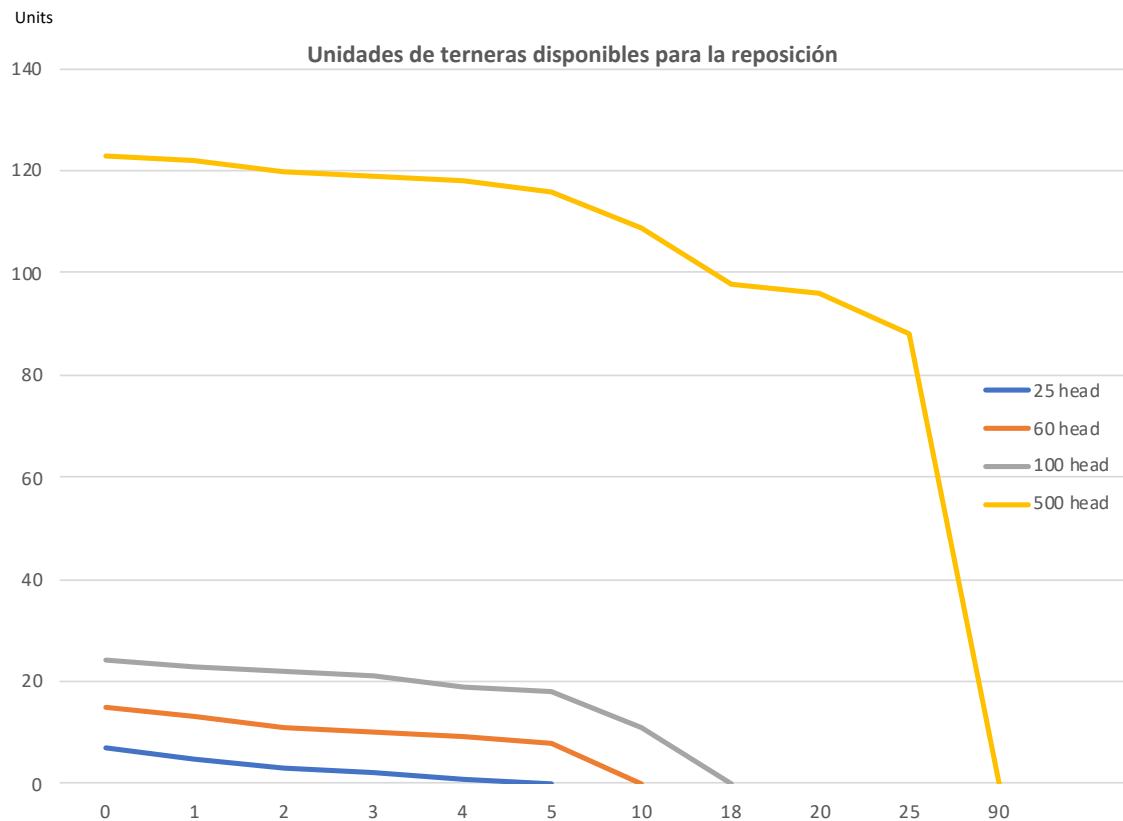
La figura 3 muestra la comparación entre los cuatro escenarios propuestos con un número de hasta cinco animales positivos:

**Figura 3. Pérdida comparativa de beneficios en 25, 60, 100 y 500 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**



De la Figura 3 se desprende que, en términos absolutos, el impacto económico de la enfermedad es similar en los cuatro escenarios propuestos, aunque, en términos relativos, este impacto es mucho más dramático en las explotaciones con menor número de cabezas de ganado. Las explotaciones de mayor tamaño sufren un menor impacto económico, ya que sus ingresos globales contribuyen a suavizarlo, aumentando la capacidad de recuperación de dichas explotaciones y aumentando su probabilidad de sobrevivir a los brotes de la enfermedad en comparación con las explotaciones ganaderas de menor tamaño. Por último, cabe destacar el efecto que tiene un brote en las explotaciones en relación con la posibilidad de continuar con su política de rebaño cerrado, manteniendo su capacidad productiva. Este efecto se representa en la figura 4.

**Figura 4. Unidades de terneras disponibles para futuras necesidades de reposición en 25, 60, 100 y 500 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**



Puede observarse cómo, una vez superado un determinado umbral de animales infectados -5 casos positivos en la explotación de 25 cabezas, 10 casos positivos en la de 60 cabezas, 18 en la de 100 cabezas y 90 en la de 500 cabezas- las necesidades de reposición superan la producción de terneras de la explotación. Esto significa que, para mantener su capacidad productiva, la explotación se vería obligada a adquirir animales de una fuente externa. En términos generales, y considerando los cuatro escenarios, esto ocurre cuando el número de animales positivos en las explotaciones supera un rango de entre el 17% y el 20%. Se observa que el impacto de la enfermedad, para un número bajo de casos positivos, tiene un efecto mucho más perjudicial en las pequeñas explotaciones que en las de mayor tamaño.

El Real Decreto 138/2020 [22], derivado del Plan de Actuación contra la TB en especies silvestres [57], contempla acciones para mejorar la bioseguridad en las explotaciones de vacuno en España. Aunque la aplicación de estas medidas puede ser a veces compleja y suponer inversiones y costes para el ganadero, la mayoría de ellas son menos costosas que la disminución de ingresos por la pérdida de una sola vaca nodriza como consecuencia de la TB. Nuestro trabajo proporciona una estimación del impacto económico de las campañas de control de la TB, cuya magnitud evidencia que la prevención a través de la bioseguridad es clave para evitar la pérdida de rentabilidad y salvaguardar la viabilidad de las explotaciones.

Esta investigación también pone de manifiesto un modelo de cría basado en una política de rebaño cerrado que consiste en sustituir los animales sacrificados por terneros nacidos en la misma explotación. A pesar de que la compra de novillas es menos costosa que su cría, cuando la tuberculosis está presente en un rebaño, la compra no siempre está permitida, o al menos no de forma inmediata, como muestran los estudios de Benedictus, Dijkhuizen y Stelwagen (1987) [58] o Bennet y Cooke (2006) [16]. Tampoco la compra de nuevos animales es la opción preferida por muchos ganaderos y, en cualquier caso, no es aconsejable desde el punto de vista del control

de la infección. En consecuencia, los modelos de rebaño cerrado se consideran una buena fórmula para proteger las explotaciones contra los brotes de enfermedades.

En la valoración del impacto económico de la enfermedad se ha utilizado un enfoque basado en principios de contabilidad financiera y analítica aplicados a la realidad de las explotaciones objeto de estudio. Se propuso un modelo para estimar el lucro cesante, que constaba de tres componentes: El saldo final debido al sacrificio, la pérdida relacionada con la reposición y el coste de inmovilización del rebaño. Algunos de estos componentes no sólo afectan al año del sacrificio, sino que su impacto se prolonga a lo largo de un periodo de dos años y medio. Nuestro enfoque es coherente con el propuesto por Smith, Tauer, Sanderson y Gröhn (2014) [59], que proporcionaron un modelo para el coste de la tuberculosis bovina en un rebaño de vacas de Estados Unidos. Estos autores señalaron que, a nivel de granja, el coste de un brote consistía en los gastos no recuperados debido a la retirada de los terneros que daban positivo, el coste de la sustitución de los animales adultos que daban positivo y el coste de la cuarentena.

En cualquier caso, una metodología para estimar el lucro cesante representa una contribución que ayuda a determinar el equilibrio óptimo del reparto de costes entre el Estado y los ganaderos. Si bien las pérdidas derivadas del sacrificio de animales infectados se ven paliadas por las indemnizaciones previstas en el Real Decreto 389/2011 [43], estas cantidades no pretenden en ningún caso cubrir el lucro cesante global generado, ya que sólo se conciben como una compensación por los animales sacrificados. No obstante, la reciente convocatoria de subvenciones complementarias para compensar el lucro cesante en la comunidad autónoma de Galicia evidencia por primera vez que la administración reconoce la existencia de un lucro cesante que va más allá de la simple pérdida de animales sacrificados [60]. Sin embargo, estas subvenciones no están al alcance de todos los ganaderos de España. En el Reino Unido, el reciente informe del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (2019) [61] señala que, mientras que los impactos directos en forma de animales sacrificados se controlan y compensan de forma rutinaria, otros costes derivados de esta situación no lo son. Esto está en consonancia con nuestra propuesta, que pretende resaltar la existencia de pérdidas más allá de las derivadas directamente del sacrificio de animales infectados, que han sido ampliamente reconocidas en la literatura anterior. No obstante, hay que señalar que nuestro trabajo implementa un cálculo del lucro cesante que en ningún caso debe considerarse exacto ni evaluarse en términos absolutos. La gran variedad de explotaciones, las diferentes dimensiones de los focos y los costes asociados ponen de manifiesto la dificultad de cuantificar el impacto económico.

Aparte del resultado derivado sacrificio, en las explotaciones que aplican un modelo de rebaño cerrado, la pérdida de beneficios se debe principalmente a la reposición de las novillas sacrificadas y a la recuperación de la capacidad productiva de la explotación. Esto genera tanto pérdidas de posibles ingresos como costes incrementales. En trabajos anteriores, como el de Hasonova (2006) [55] para la paratuberculosis (enfermedad de Johne), se identificó una disminución de los ingresos debido a que la producción del animal perdido no podía ser sustituida inmediatamente. Además, nuestros resultados muestran que, una vez superado un determinado umbral de animales infectados -entre el 17% y el 20%-, las necesidades de reposición superan la producción de terneras de la explotación. Si se llega a esta situación, el modelo de cría deja de ser viable y es necesario comprar nuevos animales fuera de la explotación para restablecer la capacidad productiva de la misma. También hay que tener en cuenta que la disminución del número de cabezas nunca es la mejor opción para el propietario de la explotación debido a la reducción de la producción de terneros, y por lo tanto de los ingresos, durante un periodo de tiempo prolongado. Sin embargo, al gobierno le conviene despoblar las explotaciones infectadas en la mayoría de las regiones. La diferencia entre las preferencias de las explotaciones y las del gobierno requiere consideración y este conflicto potencial debe ser tenido en cuenta por la política de control de la enfermedad [59].

Además, la detección de casos positivos conlleva la venta de los terneros a un cebadero no certificado, siendo el precio de venta de estos animales inferior al precio normal de mercado, o



bien que el ganadero tenga que asumir los costes de creación de una unidad de engorde no certificada en su propia explotación. A este respecto, se ha sugerido que, con el tiempo, en el caso de infecciones con baja prevalencia dentro de la explotación y una tasa lenta de propagación de la enfermedad, como la tuberculosis, es probable que el coste de cualquier prohibición de los desplazamientos supere los beneficios epidemiológicos, por lo que los controles de los desplazamientos deben ajustarse cuidadosamente a las consecuencias epidemiológicas y económicas de la enfermedad [62,63].

El tipo de metodología utilizada, basada en fuentes secundarias oficiales, junto con la gran variabilidad de los tipos de costes derivados de la inmovilización, desaconseja cuantificar este componente del lucro cesante, constituyendo así una de las limitaciones de nuestro trabajo. Otros trabajos han conseguido aportar estimaciones de este concepto, como es el caso de Bennet y Cooke (2006) [16], que realizaron una encuesta en granja a 151 ganaderos que habían sufrido un brote de tuberculosis e identificaron los costes derivados del aislamiento y las restricciones de movimiento. Los resultados pusieron de manifiesto que estos costes dependían de la duración del periodo de aislamiento y estaban condicionados por el lugar en el que se aislaba al ganado. Por lo que respecta a los efectos de las restricciones de movimiento, estos autores señalan que hubo que retener ganado extra, cuyo número va desde unos pocos terneros o vacas de desecho adicionales hasta toda una empresa de vacuno. Los animales pudieron venderse con una licencia especial, un procedimiento que implica algunos costes administrativos y de papeleo. Los ganaderos informaron de los costes debidos a los problemas de comercialización, la restricción de las salidas comerciales y la devaluación del ganado. Sólo el 13,5% de los ganaderos de vacuno declararon haber tenido costes cuantificables asociados a las restricciones de movimiento. Otros autores, como Temple y Tuer (2000) [64], examinaron las pérdidas consecuentes de una avería asociada a las restricciones de movimiento. Además, Butler, Lobley y Winter (2010) [17] llevaron a cabo ocho estudios de casos en Inglaterra y estimaron el impacto de la permanencia del ganado acumulado en los costes adicionales, como la cama adicional, el pienso y la mano de obra necesaria para mantener el ganado en la granja. También influyó la duración relativa de estas explotaciones para mantener el ganado. Otros costes fueron mucho más difíciles de determinar, sobre todo los derivados de la infrautilización o el sobrepastoreo de los pastos en el caso de las explotaciones con más de un terreno o de los terrenos no adyacentes a la explotación principal. En uno de los casos, una pequeña explotación alquilada, estos costes adicionales llegaron a ser vinculantes, ya que los márgenes eran muy ajustados y, por tanto, el flujo de caja se volvió problemático.

Nuestros resultados revelan que el impacto económico aumenta en función del número de animales positivos en las pruebas, lo que coincide con Bennet y Cooke (2006) [16]. Para las explotaciones más pequeñas, la pérdida de beneficios causa un daño relativamente mayor. Se comprobó que cuanto mayor era el tamaño del rebaño, más resistente era la explotación, ya que sus mayores volúmenes de actividad económica les permitían asimilar y mitigar mejor la caída de la rentabilidad. Sin embargo, el impacto económico no puede considerarse de forma aislada, dado que varios estudios han identificado el tamaño del rebaño como un riesgo importante para la tuberculosis bovina (por ejemplo, [9,20]). Los rebaños grandes tienden a pastar en zonas más amplias, donde es más fácil entrar en contacto con la fauna o el ganado infecciosos. Los ganaderos pueden comprar y trasladar más ganado, lo que facilita la propagación entre ellos.

Cabe señalar que las fuentes de datos [44-48] utilizadas en el presente trabajo tienen algunas limitaciones, ya que no se disponía de las cifras de los costes y otros importes, como las subvenciones concedidas, para cada explotación. Esto nos obligó a utilizar datos medios de diferentes zonas del suroeste español referidos al periodo 2013-2017, no habiéndose publicado datos más recientes. Además, a pesar de ser conscientes de que los precios de venta de los rebaños infectados son inferiores al precio de mercado en condiciones normales, no fue posible identificar dichos precios. Esto significa, además, que el importe de los ingresos por ventas perdidos sería superior a las cifras calculadas.

Futuras líneas de investigación podrían superar estas limitaciones, abordando la estimación del lucro cesante con datos primarios que faciliten un mayor conocimiento de los efectos reales que la detección de casos de TB tiene en las explotaciones ganaderas.

## 5. Conclusiones

Cuando un animal da positivo a la tuberculosis, se produce un lucro cesante en la explotación, que se debe principalmente al sacrificio del animal, a la reposición del animal sacrificado y a la necesidad de inmovilizar al resto del rebaño.

En cuanto al sacrificio del animal, el lucro cesante está relacionado con la pérdida ocasionada por el propio sacrificio, que se ve mitigada en menor o mayor medida por las indemnizaciones recibidas. La sustitución del animal supone asumir un coste de oportunidad en cuanto a los ingresos que se dejan de percibir por tener que utilizar animales sanos para la reposición, en lugar de venderlos. Por otra parte, el número de terneros nacidos y vendidos no se recuperará hasta que la hembra de reposición alcance su edad reproductiva, lo que supone una caída de los ingresos por ventas en este periodo de 30 meses. Además, la cría del animal de reposición genera costes adicionales que se prolongan hasta los dos años y medio, momento en el que se espera que la novilla pare por primera vez, recuperando así la explotación su capacidad reproductiva de antes de que se detectara la enfermedad.

Cuanto mayor es la explotación, mayor es su capacidad de soportar un aumento del número de reses infectadas. Cuando el número de animales enfermos representa alrededor del 17%-20% del rebaño, las terneras que nacen son insuficientes para cubrir las necesidades de reposición natural y de la causada por la tuberculosis. Aunque el valor absoluto del impacto económico no varía mucho según el tamaño de la explotación, el efecto relativo de este impacto es mucho más negativo para las explotaciones más pequeñas. En las explotaciones más grandes, los ingresos procedentes de las ventas facilitan la absorción de este impacto, lo que aumenta la capacidad de resistencia de la explotación.

La cuantificación del impacto de la tuberculosis en las explotaciones de vacuno de carne puede considerarse una herramienta útil para ayudar a los ganaderos a tomar decisiones sobre la conveniencia de invertir y utilizar las medidas de bioseguridad disponibles para frenar la enfermedad en sus explotaciones. También sería una herramienta útil para las administraciones públicas para ayudarles a calcular las indemnizaciones que deben concederse a los ganaderos para mitigar sus pérdidas.

## Referencias

1. Plieninger, T.; Wilbrand, C, Land use, biodiversity conservation, and rural development in the dehesas of Cuatro Lugares, Spain, *Agrofor, Syst*, **2001**, *51*, 23–34, doi:10.1023/A:1006462104555.
2. UE (Unión Europea), *Reglamento nº 1307/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo*; UE: Brussels, Belgium, 2013.
3. MAPAM, Ministerio de Agricultura, 2018, Available online: [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/caracterizaciondelsectorvacunodecarne2018\\_tcm30-428262.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/caracterizaciondelsectorvacunodecarne2018_tcm30-428262.pdf) (accessed on 7 November 2020).
4. Lavín, P.; Martínez, A.; Osoro, K.; Hernández, C.; Mantecón, A,R, Rentabilidad de las explotaciones de vacuno de carne en Asturias: Efecto de la raza y tipo de producción, os de zootecnia, *Archivos de Zootecnia* **2016**, *65*, 453–456.
5. Santos, N.; Richomme, C.; Nunes, T.; Vicente, J.; Alves, P,C;; de la Fuente, J;; Gortázar, C, Quantification of the Animal Tuberculosis Multi-Host Community Offers Insights for Control, *Pathogens* **2020**, *9*, 421–431.
6. O'Reilly, L,M;; Daborn, C,J, The epidemiology of Mycobacterium bovis infections in animals and man: A review, *Tuber, Lung Dis*, **1995**, *76*, 1–46, doi:10.1016/0962-8479(95)90591-x.

7. Ciaravino, G.; Espluga, J.; Casal, J.; Pacios, A.; Mercader, I.; Allepuz, A, Profiles of opinions among farmers and veterinarians towards the Tuberculosis Eradication Programme in cattle in Spain, *Prev, Vet, Med*, **2020**, 104941, doi:10.1016/j.prevetmed.2020.104941.
8. De la Cruz, M,L.; Pozo, P.; Grau, A,J.; Nacar, J.; Bezos, J.; Perez, A.; Alvarez, J, Assessment of the sensitivity of the bovine tuberculosis eradication program in a high prevalence region of Spain using scenario tree modeling, *Prev, Vet, Med*, **2019**, 173, 104800.
9. Álvarez, J.; Pérez, A,M.; Bezos, J.; Casal, C.; Romero, B.; Rodríguez-Campos, S.; Domínguez, L, Eradication of bovine tuberculosis at a herd-level in Madrid, Spain: Study of within-herd transmission dynamics over a 12 year period, *BMC Vet, Res*, **2012**, 8, 1–8.
10. ECDC, European Centre for Disease Prevention and Control, 2019, Available online: <https://www.ecdc.europa.eu/en/> (accessed on 4 November 2020).
11. EFSA, European Food Safety Authority, 2019, Available online: <https://www.efsa.europa.eu/> (accessed on 12 November 2020).
12. Holmes, J,H, Submarginal Land and Non-viable Cattle Enterprises in the Northern Territory Gulf District, *J, Rural Stud*, **1990**, 6, 45–65.
13. MAPA, 2020, Available online: [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb\\_2020final\\_tcm30-523317,PDF para España](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/pnetb_2020final_tcm30-523317,PDF para España) (accessed on 5 November 2020).
14. NFU, National Farmers' Union, 1999, Estimating costs of TB breakdowns, NFU Briefing, Reference Econ22/99, London, Available online: <https://www.nfuonline.com/sectors/animal-health/animal-health-rh-panel/bovine-tb/> (accessed on 18 September 2020).
15. Tejada, A., Pérez, R., Núñez, M.; Jiménez, A, *Contabilidad de Costes*; Supuestos, P, Ed.; Prentice Hall: Madrid, Spain, 2004.
16. Bennett, R,M.; Cooke, R,J, Costs to farmers of a tuberculosis breakdown, *Vet, Rec*, **2006**, 158, 429–432.
17. Butler, A,J.; Lobley, M.; Winter, M, *Economic Impact Assessment of Bovine Tuberculosis in the South West of England*; No, 1596-2016-134319; University of Exeter, Centre for Rural Policy Research: Exeter, UK, 2010.
18. DEFRA, Department for Environment Food and Rural Affairs, 2019, Available online: <http://randd.defra.gov.uk/Default.aspx?Menu=Menu&Module=More&Location=None&ProjectID=19957&FromSearch=Y&Publisher=1&SearchText=se3139&SortString=ProjectCode&SortOrder=Asc&Paging=10&s=09#Description> (accessed on 13 November 2020).
19. Buhr, B,L.; McKeever, K.; Adachi, K, *Economic Impact of Bovine Tuberculosis on Minnesota's Cattle and Beef Sector*; No, 1701-2016-139674; University of Minnesota, Department of Applied Economics: Minneapolis, MN, USA, 2009.
20. Skuce, R,A.; Allen, A,R.; McDowell, S,W, Herd-level risk factors for bovine tuberculosis: A literature review, *Vet, Med, Int*, **2012**, 2012, 1–10, doi:10.1155/2012/621210.
21. *Royal Decree 2611/1996, de 20 de diciembre, por el que se regulan los programas nacionales de erradicación de enfermedades de los animales*; Official Gazette: Madrid, Spain, 1996.
22. *Royal Decree 138/2020, de 28 de enero, por el que se establece la normativa básica en materia de actuaciones sanitarias en especies cinegéticas que actúan como reservorio de la tuberculosis*; Official Gazette: Madrid, Spain, 2020.
23. MAPA, *Informe Semanal de Precios y Mercados: SECTOR VACUNO DE CARNE; SEMANA 47 (del 18 al 24 de noviembre de 2019)*; Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, Spain, 2019.
24. ASOPROVAC, Asociación Española de productores de Vacuno de carne, Available online: <https://www.asoprovac.com/> (accessed on 18 November 2020).
25. Santos, G.; Oliveira, O.; Gaio, A,R.; Duarte, R, Effect of isoniazid resistance on the tuberculosis treatment outcome, *Arch, Bronconeumol*, **2018**, 54, 48–51.
26. Bellido, M,M, Producción animal en el suroeste español, *Pastos*, **2011**, 2011, 309–333.
27. López, G.; García, L.; López, J,A, Encuesta sobre la explotación y mejora del ganado vacuno en la dehesa extremeña, In *Conservación y Desarrollo de las Dehesas Portuguesa y Española de P*; Campos Palacín y, M.; Martín, B., Eds.; Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación: Madrid, Spain, 1987.
28. MAPAM, *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (2018): "Estudio del sector español de vacas nodrizas"*; Subdirección General de Productos Ganaderos, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios: Madrid, Spain, 2018.
29. *Royal Decree 727/2011 de 20 de diciembre por el que se regulan los programas nacionales de erradicación de enfermedades de los animales*; Official Gazette: Madrid, Spain, 2011.

30. Kennedy, D.J.; Benedictus, G, Control of Mycobacterium avium subsp, paratuberculosis infection in agricultural species, *Rev, Sci, Tech*, **2001**, 20, 151–179.
31. *Royal Decree de 24 de julio de 1889 por el que se publica el Código Civil*; Official Gazette: Madrid, Spain, 1989.
32. *Royal Decree 1514/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el Plan General de Contabilidad*; ICAC Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas: Madrid, Spain, 2007.
33. Pedersen, H, *Los costes y la política de precios*; Aguilar: Madrid, Spain, 1958.
34. Cooper, R.; Kaplan, R.S, Profit priorities from activity-based costing, *Harv, Bus, Rev*, **1991**, 69, 130–135.
35. AECA, *Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, La contabilidad de costes: Conceptos y Metodología Básicos*; AECA: Málaga, Spain, 1997.
36. *Resolución de 14 de abril de 2015, por la que se establecen criterios para la determinación del coste de producción*; ICAC Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas: Madrid, Spain, 2015.
37. AECA, *Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas, Glosario de Contabilidad de Gestión: Principios de Contabilidad de Gestión*; AECA: Málaga, Spain, 1994.
38. MSD Animal Health, Available online: <https://www.msd-animal-health.com> (accessed on 8 November 2020).
39. Mercado Nacional de Ganado de Talavera de la Reina, 2019, Available online: [http://archivo,talavera.es/sites/ayto-talavera/files/documentos/Mercado\\_Ganado/Precios/Precios\\_2019/historico\\_vacuno\\_2019.pdf](http://archivo,talavera.es/sites/ayto-talavera/files/documentos/Mercado_Ganado/Precios/Precios_2019/historico_vacuno_2019.pdf) (accessed on 6 November 2020).
40. RENGRATI, *Red Nacional de Granjas Típicas, Resultados ejercicio económico 2018*; Vacuno de Cebo, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones: Madrid, Spain, 2019.
41. MAPA, 2019, Available online: <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo/default.aspx> (accessed on 5 November 2020).
42. Oliete, B.; Moreno, T.; Carballo, J.A.; Monserrat, L.; Sánchez, L, Estudio de la calidad de la carne de ternera de raza Rubia Gallega a lo largo de la maduración al vacío, *Arch, Zootec*, **2006**, 55, 3–14.
43. *Royal Decree 389/2011, de 18 de marzo, por el que se establecen los baremos de indemnización de animales en el marco de los programas nacionales de lucha, control o erradicación de la tuberculosis bovina, brucelosis bovina, brucelosis ovina y caprina, lengua azul y encefalopatías espongiiformes transmisibles*; Official Gazette: Madrid, Spain, 2011.
44. MAPA, *Resultados Técnico-Económicos del Ganado Vacuno de Carne en 2013*; Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación, Subsecretaría, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Madrid, Spain, 2016.
45. MAPA, *Resultados Técnico-Económicos del Ganado Vacuno de Carne en 2014*; Subdirección General de Análisis, Prospectiva y Coordinación, Subsecretaría, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Madrid, Spain, 2017.
46. MAPA, *Resultados Técnico-Económicos del Ganado Vacuno de Carne en 2015*; Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística, Subsecretaría, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, Spain, 2018.
47. MAPA, *Resultados Técnico-Económicos del Ganado Vacuno de Carne en 2016*; Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística, Subsecretaría, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, Spain, 2019.
48. MAPA, *Resultados Técnico-Económicos del Ganado Vacuno de Carne en 2017*; Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística, Subsecretaría, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: Madrid, Spain, 2020.
49. Groen, A.F.; Steine, T.; Colleau, J.J.; Pedersen, J.; Pribyl, J.; Reinsch, N, Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits, Report of an EAAP-working group, *Livest, Prod, Sci*, **1997**, 49, 1–21.
50. Hietala, P.; Wolfová, M.; Wolf, J.; Kantanen, J.; Juga, J, Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production, *J, Dairy Sci*, **2014**, 97, 1092–1106.
51. Sorensen, M.K.; Berg, P.; Jensen, J.; Christensen, L.G, Stochastic simulation of breeding schemes for total merit in dairy cattle, *Interbull Bull*, **1999**, 23, 183–183.
52. Sánchez, M, Producción Animal e Higiene Veterinaria, Tema 14, Presentación de la Facultad de Veterinaria de Córdoba, en 2014, Available online: [http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09\\_13\\_07\\_tema\\_14.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_13_07_tema_14.pdf) (accessed on February 2020).

53. Hutchinson, L,J, Economic impact of paratuberculosis, *Vet, Clin, N, Am, Food Anim, Pract*, **1996**, *12*, 373–381.
54. Groenendaal, H;; Nielen, M,, Jalvingh, A,W;; Horst, S,H,, Galligan, D,T;; Hesselink, J,W, A simulation of Johne’s disease control, *Prev, Vet, Med*, **2002**, *54*, 225–245.
55. Hasonova, L;; Pavlik, I, Economic impact of paratuberculosis in dairy cattle herds: A review, *Vet, Med*, **2006**, *51*, 193–211.
56. Bicknell, K,B;; Wilen, J,E;; Howitt, R,E, Public policy and private incentives for livestock disease control, *Aust, J, Agric, Resour, Econ*, **1999**, *43*, 501–521.
57. MAPA PATUBES, Available online: [https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/programatb2019verdefinitiva\\_tcm30-500265.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/sanidad-animal-higiene-ganadera/programatb2019verdefinitiva_tcm30-500265.pdf) (accessed on 9 November 2020).
58. Benedictus, G;; Dijkhuizen, A,A;; Stelwagen, J, Economic losses due to paratuberculosis in dairy cattle, *Vet, Rec*, **1987**, *121*, 142–146.
59. Smith, R,L;; Tauer, L,W;; Sanderson, M,W;; Gröhn, Y,T, Minimum cost to control bovine tuberculosis in cow–calf herds, *Prev, Vet, Med*, **2014**, *115*, 18–28, doi:10.1016/j.prevetmed,2014,03,014.
60. Recría Propia y Compra de Proximidad, El Blindaje Contra la Tuberculosis Bovina, Available online: [https://www.lavozdegalicia.es/noticia/somosagro/ganaderia/2020/11/09/recria-propia-compra-proximidad-habitos-tuberculosis-bovina/00031604941580012207414,htm?utm\\_campaign=boletin-informativo-11-noviembre-2020&utm\\_medium=email&utm\\_source=mail-marketing](https://www.lavozdegalicia.es/noticia/somosagro/ganaderia/2020/11/09/recria-propia-compra-proximidad-habitos-tuberculosis-bovina/00031604941580012207414,htm?utm_campaign=boletin-informativo-11-noviembre-2020&utm_medium=email&utm_source=mail-marketing) (accessed on 18 November 2020).
61. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2019, Available online: <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs> (accessed on 10 November 2020).
62. Tildesley, M,J;; Brand, S;; Brooks Pollock, E;; Bradbury, N,V;; Werkman, M;; Keeling, M,J, The role of movement restrictions in limiting the economic impact of livestock infections, *Nat, Sustain*, **2019**, *2*, 834–840, doi:10.1038/s41893-019-0356-5.
63. Barnes, A,P;; Moxey, A,P;; Ahmadi, B,V;; Borthwick, F,A, The effect of animal health compensation on ‘positive’ behaviours towards exotic disease reporting and implementing biosecurity: A review, a synthesis and a research agenda, *Prev, Veter Med*, **2015**, *122*, 42–52.
64. Temple, M;; Tuer, S,M, *The Cost at Farm Level of Consequential Losses from TB Control Measures*; ADAS Economics and Business Consultancy, Wolverhampton, England, 2000.

**Tabla 4. Valor no recuperado, valor de sacrificio, indemnización recibida, saldo final debido al sacrificio para cada categoría de edad y saldo final medio. Fuente: elaboración propia.**

Animal sacrificado	Coste de producción (€)	Coste de producción por año de vida útil * (€/año)	Vida útil pendiente en el momento del sacrificio (años)	Valor no recuperado del animal (€) **	Valor de desvieje (€)	Compensación recibida (€)	Resultado final derivado del sacrificio *** (€)
Menos o igual a 1 mes	619,87	53,90	11,5	619,87	61,37	125,06	-433,44
1 a 3 meses	619,87	53,90	11,5	619,87	132,73	177,65	-309,49
3 a 6 meses	619,87	53,90	11,5	619,87	238,58	341,64	-39,66
6 a 9 meses	638,40	55,51	11,5	638,40	344,42	341,64	47,66
9 a 12 meses	709,14	61,66	11,5	709,14	450,83	409,50	151,20
12 a 18 meses	834,90	72,60	11,5	834,90	609,66	409,50	184,26
18 a 24 meses	960,67	83,54	11,5	960,67	723,74	437,30	200,37
24 a 48 meses	1.463,73	127,28	10,5	1.336,45	732,32	601,56	-2,57
48 a 84 meses	2.218,32	192,90	8	1.543,18	461,84	546,62	-534,72
84 a 120 meses	2.972,91	258,51	5	1.292,57	191,36	409,59	-691,62
>120 meses	3.979,03	346,00	1,75	605,50	157,32	273,31	-174,88
						Promedio	-270

\* Coste de producción por año de vida útil = Coste de producción / vida útil (11,5 años); \*\* Valor no recuperado de los animales = (Coste de producción por año de vida útil) × (Vida útil pendiente en el momento del sacrificio); \*\*\* Resultado final en el momento del sacrificio = (Valor del sacrificio + Indemnización recibida) - (Valor no recuperado de los animales).

**Tabla 5. Pérdidas por reposición en una explotación con 25 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

Granja de 25 cabezas de ganado						
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5
Número de cabezas en la granja	25	25	25	25	25	25
Número de cabezas sacrificadas por TB	0	1	2	3	4	5
Número de vacas productivas	25	24	23	22	21	20
Producción considerando fertilidad y mortalidad al nacimiento *	19	18	17	16	16	15
Terminos machos	9	9	9	8	8	7
Terminos hembras	10	9	8	8	8	8
Terminos para la reposición	3	3	3	3	3	3
Incremento de reposición debida a la TB		1	2	3	4	5
Número de machos vendidos	9	9	9	8	8	7
Precio de venta de machos	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97
Número de hembras vendidas **	7	5	3	2	1	0
Precio de venta de hembras	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1
Ingresos por ventas	9.299,4	8.383,2	7.467	6.332	5.873,9	4.738,8
Reducción anual en los ingresos por ventas ***		-916,2	-1.832,4	-2.967,47	-3.425,57	-4.560,64
Reducción en los ingresos por ventas durante dos años y medio ****		-2.290,5	-4.581	-7.418,68	-8.563,93	-11.401,6

\*  $(\text{Número de vacas productivas} \times (9/11,5)) - ((\text{Número de vacas productivas} \times 9/11,5) \times 0,05)$ ; \*\* Número de terneros hembra vendidos = Terneros hembra - Reposición anual - Aumento de la reposición debido a la tuberculosis; \*\*\* Reducción anual de los ingresos por ventas (para n animales positivos) = Ingresos por ventas para n animales positivos - Ingresos por ventas para 0 animales positivos; \*\*\*\* Reducción de los ingresos por ventas en dos años y medio = Reducción anual de los ingresos por ventas  $\times$  2,5 años.

**Tabla 6. Pérdidas por reposición en una explotación con 60 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

Granja de 60 cabezas de ganado							
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10
Número de cabezas en la granja	60	60	60	60	60	60	60
Número de cabezas sacrificadas por TB	0	1	2	3	4	5	10
Número de vacas productivas	60	59	58	57	56	55	50
Producción considerando fertilidad y mortalidad al nacimiento *	45	44	43	42	42	41	37
Terberos machos	22	22	22	21	21	20	19
Terberos hembras	23	22	21	21	21	21	18
Terteras para la reposición	8	8	8	8	8	8	8
Incremento de reposición debida a la TB		1	2	3	4	5	10
Número de machos vendidos	22	22	22	21	21	20	19
Precio de venta de machos	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97
Número de hembras vendidas **	15	13	11	10	9	8	0
Precio de venta de hembras	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1
Ingresos por ventas	21.764,8	20.848,6	19.932,4	18.797,4	18.339,3	17.204,2	12.862,4
Reducción anual en los ingresos por ventas ***		-916,20	-1.832,40	-2.967,47	-3.425,57	-4.560,64	-8.902,41
Reducción en los ingresos por ventas durante dos años y medio ****		-2.290,50	-4.581,00	-7.418,67	-8.563,93	-11.401,60	-22.256,03

\*  $(\text{Número de vacas productivas} \times (9/11,5)) - ((\text{Número de vacas productivas} \times 9/11,5) \times 0,05)$ ; \*\* Número de terneros hembra vendidos = Terneros hembra - Reposición anual - Aumento de la reposición debido a la tuberculosis; \*\*\* Reducción anual de los ingresos por ventas (para n animales positivos) = Ingresos por ventas para n animales positivos - Ingresos por ventas para 0 animales positivos; \*\*\*\* Reducción de los ingresos por ventas en dos años y medio = Reducción anual de los ingresos por ventas  $\times$  2,5 años.



**Tabla 7. Pérdidas por reposición en una explotación con 100 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

	Granja de 100 cabezas de ganado										
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10	15	16	17	18
Número de cabezas en la granja	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Número de cabezas sacrificadas por TB	0	1	2	3	4	5	10	15	16	17	18
Número de vacas productivas	100	99	98	97	96	95	90	85	84	83	82
Producción considerando fertilidad y mortalidad al nacimiento *	74	74	73	72	71	71	67	63	62	62	61
Terberos machos	37	37	36	36	36	35	33	32	31	31	30
Terberos hembras	37	37	37	36	35	36	34	31	31	31	31
Terberas para la reposición	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Incremento de reposición debida a la TB		1	2	3	4	5	10	15	16	17	18
Número de machos vendidos	37	37	36	36	36	35	33	32	31	31	30
Precio de venta de machos	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97
Número de hembras vendidas **	24	23	22	21	19	18	11	4	3	1	0
Precio de venta de hembras	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1
Ingresos por ventas	36,042,3	35.584,2	34.449,1	33.991,0	33.074,8	31.939,8	27.379,1	23.495,4	22.360,4	21.444,2	20.309,1
Reducción anual en los ingresos por ventas ***		-458,10	-1.593,17	-2.051,27	-2.967,47	-4.102,54	-8.663,18	-12.546,85	-13.681,92	-14.598,12	-15.733,2
Reducción en los ingresos por ventas durante dos años y medio ****		-1.145,25	-3.982,93	-5.128,17	-7.418,68	-10.256,35	-21.657,95	-31.367,13	-34.204,8	-36.495,3	-39.332,9

\*  $(\text{Número de vacas productivas} \times (9/11,5)) - ((\text{Número de vacas productivas} \times 9/11,5) \times 0,05)$ ; \*\* Número de terneros hembra vendidos = Terneros hembra - Reposición anual - Aumento de la reposición debido a la tuberculosis; \*\*\* Reducción anual de los ingresos por ventas (para n animales positivos) = Ingresos por ventas para n animales positivos - Ingresos por ventas para 0 animales positivos; \*\*\*\* Reducción de los ingresos por ventas en dos años y medio = Reducción anual de los ingresos por ventas  $\times$  2,5 años.

**Tabla 8. Pérdidas por reposición en una explotación de 500 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

Granja de 500 cabezas de ganado										
Número de animales positivos	0	1	2	3	5	10	15	20	25	90
Número de cabezas en la granja	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Número de cabezas sacrificadas por TB	0	1	2	3	5	10	15	20	25	25
Número de vacas productivas	500	499	498	497	495	490	485	480	475	410
Producción considerando fertilidad y mortalidad al nacimiento *	372	371	370	370	368	364	361	357	353	305
Terberos machos	186	185	185	185	184	182	180	178	177	152
Terberos hembras	186	186	185	185	184	182	181	179	176	153
Terberas para la reposición	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Incremento de reposición debida a la TB		1	2	3	5	10	15	20	25	90
Número de machos vendidos	186	185	185	185	184	182	180	178	177	152
Precio de venta de machos	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97	676,97
Número de hembras vendidas **	123	122	120	119	116	109	103	96	88	0
Precio de venta de hembras	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1	458,1
Ingresos por ventas	182.262,7	181.127,7	180.211,5	179.753,4	177.702,1	173.141,4	169.038,9	164.478,3	160.136,5	102.899,4
Reducción anual en los ingresos por ventas ***		-1.135,07	-2.051,27	-2.509,37	-4.560,64	-9.121,28	-13.223,82	-17.784,46	-22.126,23	-79.363,28
Reducción en los ingresos por ventas durante dos años y medio ****		-2.837,67	-5.128,17	-6.273,42	-11.401,60	-22.803,20	-33.059,55	-44.461,15	-55.315,58	-198.408,20

\*  $(\text{Número de vacas productivas} \times (9/11,5)) - ((\text{Número de vacas productivas} \times 9/11,5) \times 0,05)$ ; \*\* Número de terneros hembra vendidos = Terneros hembra - Reposición anual - Aumento de la reposición debido a la tuberculosis; \*\*\* Reducción anual de los ingresos por ventas (para n animales positivos) = Ingresos por ventas para n animales positivos - Ingresos por ventas para 0 animales positivos; \*\*\*\* Reducción de los ingresos por ventas en dos años y medio = Reducción anual de los ingresos por ventas  $\times$  2,5 años.

**Tabla 9. Pérdida de beneficios en una explotación con 25 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

<b>Granja de 25 cabezas de ganado</b>						
Pérdida por lucro cesante (anual):						
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,3	-540,6	-811	-1.081,30	-1.351,6
Reducción de los ingresos por ventas		-916,2	-1.832,40	-2.967,47	-3.425,57	-4.560,64
Coste incremental derivado de la reposición		503,06	1.006,12	1.509,18	2.012,24	2.515,30
Pérdida por lucro cesante (anual)		-1.689,58	-3.379,16	-5.287,61	-6.519,09	-8.427,54
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio):						
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,3	-540,6	-811,0	-1081,3	-1.351,6
Reducción de los ingresos por ventas		-2.290,50	-4.581,00	-7.418,68	-8.563,93	-11.401,60
Coste incremental derivado de la reposición						
Número de animales positivos		1.257,65	2.515,30	3.772,95	5.030,60	6.288,25
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio)		-3.818,47	-7.636,94	-12.002,58	-14.675,80	-19.041,45

**Tabla 10. Pérdida de beneficios en una explotación con 60 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

Granja de 60 cabezas de ganado							
Pérdida por lucro cesante (anual):							
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,32	-540,64	-810,96	-1.081,28	-1.351,60	-2.703,20
Reducción de los ingresos por ventas		-916,20	-1.832,40	-2.967,47	-3.425,57	-4.560,64	-8.902,41
Coste incremental derivado de la reposición		503,06	1.006,12	1.509,18	2.012,24	2.515,30	5.030,60
Pérdida por lucro cesante (anual)		-1.689,58	-3.379,16	-5.287,61	-6.519,09	-8.427,54	-1.689,58
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio):							
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,3	-540,6	-811,0	-1.081,3	-1.351,6	-2.703,2
Reducción de los ingresos por ventas		-2.290,50	-4.581,00	-7.418,67	-8.563,93	-11.401,60	-22.256,03
Coste incremental derivado de la reposición		1.257,65	2.515,30	3.772,95	5.030,60	6.288,25	12.576,50
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio)		-3.818,47	-7.636,94	-12.002,58	-14.675,80	-19.041,45	-37.535,72

**Tabla 11. Pérdida de beneficios en una explotación con 100 cabezas de ganado, Fuente: Elaboración propia.**

<b>Granja de 100 cabezas de ganado</b>											
Pérdida por lucro cesante (anual):											
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10	15	16	17	18
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,32	-540,64	-810,96	-1.081,28	-1.351,60	-2.703,20	-4.054,79	-4.325,10	-4.595,40	-4.865,80
Reducción de los ingresos por ventas		-458,1	-1.593,17	-2.051,27	-2.967,47	-4.102,54	-8.663,18	-12.546,85	-13.681,92	-14.598,12	-15.733,2
Coste incremental derivado de la reposición		503,06	1.006,12	1.509,18	2.012,24	2.515,30	5.030,60	7.545,90	8.048,96	8.552,02	9.055,08
Pérdida por lucro cesante (anual)		-1.231,4	-3.139,93	-4.371,41	-6.060,99	-7.969,44	-16.396,98	-24.147,54	-26.055,99	-27.745,57	-29.654,02
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio):											
Número de animales positivos	0	1	2	3	4	5	10	15	16	17	18
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,3	-540,6	-811,0	-1.081,3	-1.351,6	-2.703,2	-4.054,8	-4.325,10	-4.595,40	-4.865,80
Reducción de los ingresos por ventas		-1.145,2	-3.982,93	-5.128,17	-7.418,68	-10.256,35	-21.657,95	-31.367,13	-34.204,8	-36.495,3	-39.332,9
Coste incremental derivado de la reposición		1.257,65	2.515,30	3.772,95	5.030,60	6.288,25	12.576,50	18.864,75	20.122,4	21,38	22,637,7
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio)		-2.673,2	-7.038,86	-9.712,08	-13.530,55	-17.896,20	-36.937,65	-54.286,67	-58.652,31	-62.470,78	-66.836,43

**Tabla 12. Pérdida de beneficios en una explotación con 500 cabezas de ganado. Fuente: Elaboración propia.**

<b>Granja de 500 cabezas de ganado</b>										
Pérdida por lucro cesante (anual):										
Número de animales positivos	0	1	2	3	5	10	15	20	25	90
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,32	-540,64	-810,96	-1.351,60	-2.703,20	-4.054,79	-5.406,40	-6.758,00	-24.328,80
Reducción de los ingresos por ventas		-1.135,07	-2.051,27	-2.509,37	-4.560,64	-9.121,28	-13.223,82	-17.784,46	-22.126,23	-79.363,28
Coste incremental derivado de la reposición		503,06	1.006,12	1.509,18	2.515,30	5.030,60	7.545,90	10.061,20	12.576,50	45.275,40
Pérdida por lucro cesante (anual)		-1.908,45	-3.598,03	-4.829,51	-8.427,54	-16.855,08	-24.824,51	-33.252,05	-41.460,72	-148.967,44
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio):										
Número de animales positivos	0	1	2	3	5	10	15	20	25	90
Resultado derivado del sacrificio del animal		-270,3	-540,6	-811,0	-1.351,6	-2.703,2	-4.054,8	-5.406,40	-6.758,00	-24.328,80
Reducción de los ingresos por ventas		-2.837,67	-5.128,17	-6.273,42	-11.401,60	-22.803,20	-33.059,55	-44.461,15	-55.315,58	-198.408,20
Coste incremental derivado de la reposición		1.257,65	2.515,30	3.772,95	6.288,25	12.576,50	18.864,75	25.153,00	31.441,25	113.188,50
Pérdida por lucro cesante (dos años y medio)		-4.365,64	-8.184,11	-10.857,33	-19.041,45	-38.082,90	-55.979,09	-75.020,54	-93.514,81	-335.925,46