



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica  
y del Medio Natural

IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA  
DE PRECISIÓN EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE  
PRODUCCIÓN EXTENSIVA DE PORCINO Y BOVINO

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ganadería de Precisión

AUTOR/A: Ylla Carbonell, Sílvia

Tutor/a: Estellés Barber, Fernando

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

# **IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA DE PRECISIÓN EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE PRODUCCIÓN EXTENSIVA DE PORCINO Y BOVINO**

**AUTORA: SÍLVIA YLLA CARBONELL**

**TUTOR: FERNANDO ESTELLÉS BARBER**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

ETSIAMN

MÁSTER EN GANADERIA DE PRECISIÓN

CURSO ACADÉMICO 2022-2023

VALENCIA A SEPTIEMBRE 2023

**Título:** Implementación de tecnologías de ganadería de precisión en explotaciones ganaderas de producción extensiva de porcino y bovino.

## **Resumen:**

A lo largo de los años, la ganadería se ha ido transformando a una ganadería cada vez más intensiva desligada del territorio. En cualquier caso, es estratégico poder mantener la ganadería extensiva ligada a la tierra ya que ayuda a mantener nuestro entorno rural y la biodiversidad, entre otros beneficios. Una alternativa para mejorar la eficiencia y competitividad de estos sistemas de producción es la implementación de técnicas de ganadería de precisión. La implementación de estos sistemas mejora la gestión de las granjas y permite optimizar la producción. Hasta el momento, las técnicas de ganadería de precisión se han extendido mayormente en sistemas de producción intensivos, aunque el potencial para su aplicación en sistemas extensivos es amplio. El objetivo de este trabajo es analizar el potencial efecto de la aplicación de estas técnicas en sistemas de producción extensivos de ganado porcino y bovino. Para ello, en 6 casos de estudio (3 granjas de bovino y 3 de porcino) se identificarán las necesidades de los sistemas de producción que puedan ser abordadas por la ganadería de precisión, se analizarán las tecnologías disponibles, se estudiarán las barreras para su implementación y se estudiará la viabilidad de la misma.

**Palabras clave:** PLF, Sensores, ganadería, pastoreo

**Autora:** Sílvia Ylla Carbonell

**Localidad y fecha:** Valencia, septiembre 2023

**Tutor académico:** Fernando Estellés Barber



**Title:** Use of precision livestock farming technologies in extensive cattle and pig farms.

**Abstract:**

Over the years, livestock farming has been evolving into an increasingly intensive practice, detached from the land. In any case, it is strategic to maintain extensive livestock farming tied to the land as it helps preserve our rural environment and biodiversity, among other benefits. An alternative to enhance the efficiency and competitiveness of these production systems is the implementation of precision livestock farming techniques. The implementation of these systems improves farm management and allows for production optimization. Up to this point, precision livestock farming techniques have mostly proliferated in intensive production systems, although the potential for their application in extensive systems is vast. The aim of this study is to analyze the potential impact of applying these techniques in extensive livestock production systems for pigs and cattle. To achieve this, the requirements of these production systems that can be addressed by precision livestock farming will be identified, available technologies will be examined, barriers to implementation will be studied, and feasibility will be assessed. To this end, in 6 case studies (3 cattle farms and 3 pig farms) the needs of production systems that can be addressed by precision livestock will be identified, the available technologies will be analyzed, the barriers to their implementation will be studied and the feasibility of it will be studied.

**Key words:** PLF, sensors, livestock, grazing

## **Agradecimientos**

En primer lugar, me gustaría agradecer a todos los ganaderos que he visitados, que me han abierto las puertas y me han permitido visitarles. A la vez, que han querido comentar y explicarme su trabajo diario como también poder compartir y expresar las preocupaciones del sector. Muchas gracias pues a Josep Soler de Gósol, a l'Àngel Marc de Sobremunt y a la cooperativa de Mas la Sala por dejarme visitar sus explotaciones de bovino. Por otro lado, muchas gracias también a las explotaciones de porcino visitadas que me han recibido. Estos son en Fermí de Mas Corominas, en Pino de La Llavora, y también l'Albert de Mas Sagrera.

Por otra parte, quiero agradecer también a mi tutor Fernando Estellés, por aconsejarme y ayudarme con todo lo que le he planteado. Además, por sus correcciones, propuestas de mejora y todos los recursos proporcionados.

Finalmente, también quería agradecer a familiares y amigos que me han ayudado, y sobre todo a mi pareja Ramon, por todo el soporte y acompañamiento recibidos durante la realización del trabajo.

# Índice

1. Introducción .....	5
2. Objetivos .....	7
3. Metodología .....	8
3.1 Casos de estudio .....	8
3.2 Identificación de retos .....	9
3.3 Revisión tecnologías disponibles.....	9
3.4 Barreras para la implementación .....	10
4. Resultados y discusión de los resultados .....	11
4.1 Explotaciones de ganado vacuno.....	11
4.1.1 Retos planteados.....	14
4.1.2 Tecnologías disponibles para los retos planteados.....	16
4.1.3 Barreras para la implementación .....	19
4.1.4 Posibles soluciones.....	20
4.2 Explotaciones de ganado porcino .....	21
4.2.1 Retos planteados.....	23
4.2.2 Tecnologías disponibles para los retos planteados.....	25
4.2.3 Barreras para la implementación .....	26
4.2.4 Posibles soluciones.....	27
5. Conclusiones .....	28
6. Referencias Bibliográficas .....	29
7. Anexos .....	33
7.1 ANEXO A: Cuestionario visitas.....	33
7.2 ANEXO B: Relación del Trabajo Final de Máster con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030 .....	34

## 1. Introducción

La ganadería extensiva aprovecha los recursos naturales de nuestro entorno para producir alimentos (Urivelarrea & Linares, 2020). Hay diferencias entre explotaciones extensivas, según su grado de extensividad, pero por lo general se caracterizan por la implementación del pastoreo (Urivelarrea & Linares, 2020). Aun así, es importante hacer una clasificación según el grado de extensividad de la explotación, para no penalizar a los más extensivos del resto.

Urivelarrea & Linares (2020) proponen una clasificación de cuatro tipos de explotaciones en cuanto al grado de extensividad. Las explotaciones extensivas plus, las extensivas, las semi extensivas y las intensivas. En el primer caso, se trata principalmente de explotaciones que practican la trashumancia y/o la transtermitancia (trashumancia solo durante un periodo del año) y que más del 75% de la alimentación se obtiene a través del pastoreo. En el segundo caso, son explotaciones que al menos entre el 50% y el 75% de la alimentación procede del pastoreo. Las semi extensivas son las que obtienen entre un 15% y un 50% de la alimentación mediante el pasto. Y las intensivas las que su alimentación se basa en menos de un 15% de pasto.

A lo largo de los años, la ganadería se ha ido transformando a una ganadería cada vez más intensiva debido a la necesidad de producir mayor cantidad de alimentos con el menor uso de recursos posible (Steinfeld et al., 2009). Esta intensificación ha universalizado el acceso a los productos animales, pero ha tenido consecuencias negativas sobre el medio biótico y social (Davis & D'Odorico, 2015). Así, es muy importante poder mantener la ganadería extensiva, ya que ayuda a mantener nuestro entorno rural y la biodiversidad, asegurando además una optimización en el aprovechamiento de recursos (Benoit & Mottet, 2023; Zabalza et al., 2021).

El uso de las tecnologías se presenta como una oportunidad para incrementar la competitividad y eficiencia de la ganadería extensiva. Estas tecnologías aplicadas al sector de la agricultura, es lo que se denomina PLF (*Precision livestock farming*), que son los sistemas de agricultura de precisión. Consiste en una variedad de sensores u otros sistemas automáticos para mejorar el control de las granjas y el manejo de los animales entre otras cosas (Odintsov et al., 2021). Actualmente, hay pocas ganaderías en régimen extensivo, y la aplicación de sistemas de agricultura de precisión es escasa comparado con las granjas en sistemas intensivos. Además, los ganaderos que disponen de explotaciones en extensivo, priorizan el control y el cuidado de su explotación con recursos más económicos, y la implementación de PLF supondría un coste importante en la mayoría de los casos (Odintsov et al., 2021).

En cualquier caso, es cierto que cada vez más, hay una demanda creciente de datos e información de producción desde la industria y los consumidores (Bahlo et al., 2019). Además, este tipo de sistemas ofrecen una manera de mejorar el bienestar de los animales en extensivo por su mayor seguimiento y control (Waterhouse, 2019). Por lo tanto, aplicar la tecnología en este tipo de explotaciones ayudaría a hacerlas más rentables y a conseguir que siguiera habiendo pequeños ganaderos y ganaderas manteniendo el tejido social en el entorno rural. También, afrontando los retos del sector como son la protección del medio ambiente, la seguridad alimentaria y el bienestar animal. Al final, todos estos avances van a ser claves para la innovación, tecnificación y digitalización del sector (Larrazabal, 2019).

El mercado de las tecnologías PLF, ha aumentado y va a aumentar en los siguientes años, aunque se ve claramente que las empresas más grandes que están desarrollando estos tipos de sistemas, son tecnologías para ganaderías intensivas (Markets & Markets, 2023). Aun así, existen varias empresas en el mercado que están comercializando diferentes sistemas a partir de la combinación

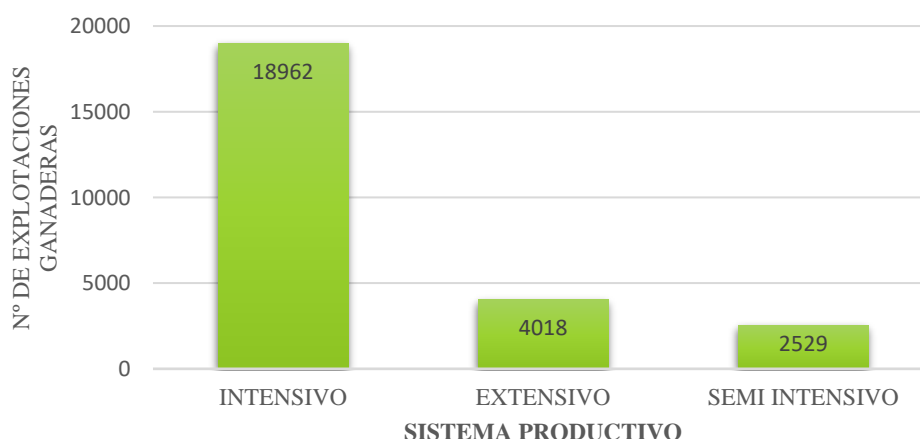
de varios sensores, para el mejorar el manejo y monitorear las ganaderías extensivas (Aquilani et al., 2021).

En el caso de las ganaderías extensivas, la aplicación de tecnologías añade más retos para su implementación comparada con la intensiva, ya que debido el ambiente que se encuentran los animales los sistemas tienen que ser más robustos y con una buena duración de batería, entre otras cosas (Bahlo et al., 2019).

Ya hay algunas empresas que están desarrollando sistemas para la monitorización del ganado en extensivo (Digitanimal, 2016a). También se está aplicando el internet de las cosas en el sector (Batura Fully Mobile, 2023). Es decir que, poco a poco, se va investigando para desarrollar la tecnología en la ganadería extensiva. La pregunta es, si realmente van a poder implementarlo estas pequeñas explotaciones y si les va a ser rentable. Además, si les va a poder solucionar otros problemas diarios de los ganaderos, adaptándose a sus necesidades y obteniendo, como resultado, explotaciones más eficientes y productivas.

En ganaderías extensivas, se presentan todavía algunas barreras a resolver para avanzar con el correcto desarrollo y aplicación de tecnologías de precisión (Aquilani et al., 2021). Es el caso de la duración de las baterías de los sistemas tecnológicos diseñados para que lleven los animales (como GPS), que se está solventando con placas solares, pero aun así dependen de las condiciones meteorológicas. O, por ejemplo, problemas de cobertura, que en la mayoría de este tipo de explotaciones hay zonas sin señal y puede haber problemas a la hora de transmitir datos. Estas y otras barreras son las que también se van a analizar en el presente trabajo.

En el presente trabajo, nos centraremos en varias explotaciones localizadas en Cataluña como caso de estudio. Y es que, durante las últimas décadas, se ha visto una evolución en el número de explotaciones y cabezas de animales en sistemas intensivos, pero a su vez, se dispone de suficientes recursos naturales para poder implementar una ganadería extensiva. A continuación, en la figura 1, podemos observar cómo están distribuidas las explotaciones ganaderas de Cataluña, según su sistema productivo (extensivo, intensivo o semi-intensivo).



*Figura 1: Distribución de las explotaciones según su sistema productivo en Cataluña 2023. Fuente:(DACC, 2023)*

El presente Trabajo Final de Máster se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la agenda 2030, fundamentalmente con el ODS 8 “Trabajo decente y crecimiento económico”, aunque también se relaciona con otros ODS tal y como se recoge en el Anexo B.



## 2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es explorar las potencialidades de uso de la ganadería de precisión en ganadería extensiva, así como las barreras para su implementación en casos de estudio en explotaciones extensivas de vacuno y extensivas o ecológicas de porcino. Para eso, se plantean otros objetivos más concretos:

- I. Encontrar los retos más relevantes existentes en las explotaciones estudiadas.
- II. Identificar mejoras y técnicas de ganadería de precisión para mejorar estos problemas.
- III. Encontrar las barreras que hay a la hora de implementar estas tecnologías en este tipo de explotaciones.
- IV. Estudiar la viabilidad de implementación de estos nuevos e innovadores sistemas en las explotaciones.

### 3. Metodología

#### 3.1 Casos de estudio

Para poder analizar el estudio planteado, se han analizado 6 granjas comerciales. Para cada uno de los 2 tipos de explotaciones extensivas o semi extensivas, de ganado porcino y de vacuno, se han elegido 3 que ya estén funcionando para poder realizar el estudio. Podemos apreciar sus ubicaciones en la Figura 2:



*Figura 2: Distribución de las explotaciones de ganado vacuno y porcino visitadas*

Las explotaciones de vacuno se ubican en las comarcas siguientes: La Cooperativa Mas la Sala en la comarca del Ripollès, la explotación de Josep Soler en la comarca del Berguedà y L'Aubrac del Sorreig en la comarca del Lluçanès. Las explotaciones de porcino se ubican en las comarcas siguientes: Mas Corominas en la comarca de la Garrotxa, La Llavora en la comarca de Alt Empordà y Mas Sagrera en la comarca del Baix Empordà.

Se ha realizado una visita a cada explotación, para ver el funcionamiento y distribución de la misma. Al mismo tiempo, se han anotado las dificultades o tareas más laboriosas de la explotación, entre otras cosas que se pudiesen mejorar (cuestionario en anexo A). Además, se ha calculado la carga ganadera para las explotaciones de vacuno. Para esto, se ha utilizado el índice de UGM de 0,8 para vacas, 1 para los toros y 0,4 para los terneros. (Urivelarrea & Linares, 2020).

A partir de aquí, se ha realizado un análisis exhaustivo de las posibles soluciones actuales en el mercado y análisis de las que ya están funcionando. Se ha realizado mediante una búsqueda bibliográfica y también a través de empresas. También se ha analizado si hay alguna posibilidad de implementar una solución nueva, para alguno de los retos planteados. Seguidamente, se ha analizado la viabilidad de implementar algunas de estas mejoras en cada explotación, así como las barreras que hay para esta implementación.

### **3.2 Identificación de retos**

En cada una de las visitas realizadas, se han identificado retos específicos para las explotaciones. Analizando y hablando con el ganadero de cada explotación, se ha comentado todo el proceso de producción de sus animales y su trabajo diario. Esto ha llevado a identificar los puntos más débiles o puntos que se podrían mejorar en cada proceso o las tareas que más recursos consumen. A parte de los que han surgido, también en algunos casos se han planteado nuevos retos que podrían ser muy interesantes para explotaciones de este tipo.

Se han planteado tanto retos comunes dentro de cada tipo de producción bovino o porcino, como también más específicos para cada tipo de producción concreta en cada explotación.

La finalidad, ha sido conseguir tener un listado de retos a abordar tanto en porcino como en bovino, para buscar mejoras e incluso innovaciones en este tipo de explotaciones.

### **3.3 Revisión tecnologías disponibles**

Una vez obtenido el listado de retos para las explotaciones de porcino y de bovino, se ha buscado las soluciones tecnológicas disponibles. Para ello, se ha hecho una búsqueda y análisis de las tecnologías disponibles que pueden resolver los problemas comunes y más específicos planteados en las explotaciones visitadas. Se han identificado diferentes tecnologías que han sido analizadas desde las necesidades específicas planteadas.

Para esa búsqueda, se ha dividido primero en una parte bibliográfica y por otra parte comercial. De la primera parte se han analizado estudios de los sensores actualmente disponibles y se han analizado sus aplicaciones a nivel de ganaderías extensivas. Por otra parte, se han estudiado las tecnologías disponibles a nivel comercial.

A nivel bibliográfico, se ha realizado varias búsquedas en plataformas especializadas en bases de datos como Google Scholar, Web of Science o Science Direct. Se han utilizado para la búsqueda las palabras clave en castellano y en inglés: PLF, ganadería extensiva, tecnologías aplicadas al vacuno extensivo y tecnologías aplicadas al porcino extensivo.

A nivel comercial, se ha hecho una búsqueda de empresas que ofrezcan servicios o venta de dispositivos tecnológico para la automatización de las ganaderías en extensivo. Se observa que las empresas más grandes a nivel de PLF, desarrollan estas tecnología a nivel de ganaderías intensivas (Markets & Markets, 2023). Aun así, hay empresas más pequeñas que van desarrollando tecnologías para ganaderías extensivas como se analizara en los resultados.

### **3.4 Barreras para la implementación**

Para la aplicación de estas tecnologías en cada una de las explotaciones, se han identificado las barreras para su implementación. No todas las tecnologías son susceptibles de ser implementadas en cada una de las explotaciones. Hay una serie de problemas o barreras que, en muchos casos, son específicos para cada explotación y que impiden o dificultan la implementación de algunas de las nuevas tecnologías.

Por una parte, a través de varias fuentes de literatura científica, se encuentran algunas de las barreras que plantea la aplicación de nuevas tecnologías en la ganadería extensiva. Por ejemplo, algunas de las barreras descritas por productores de vacuno, son la complejidad de aprender a operar con estas tecnologías, o si realmente va a suponer una ventaja trabajar con ello tanto a nivel de compatibilidad como económico (Greig et al., 2023).

Por otra parte, al realizar las visitas a los ganaderos también fue uno de los aspectos de análisis. Primeramente, con ellos, analizando algunas de las barreras económicas, su capacidad de decisión en referencia a qué y cómo quieren invertir, o su receptividad hacia las tecnologías, entre otras cosas.

Finalmente, analizando todo lo compartido y hablado en las distintas explotaciones, juntamente con la parte bibliográfica, surgieron también otras posibles barreras más técnicas.

Una vez identificas las barreras que puede haber, ya se puede buscar la solución más idónea a los problemas planteados inicialmente a cada una de las explotaciones, y también plantear nuevas soluciones a los retos que no tienen ninguna tecnología actualmente.

## 4. Resultados y discusión de los resultados

### 4.1 Explotaciones de ganado vacuno

Se han visitado 3 explotaciones de ganado bovino en extensivo con características distintas como observamos en la tabla 1.

Tabla 1: Características generales de las explotaciones de ganado vacuno visitadas

EXPLOTACIÓN	LOCALIZACIÓN	Nº ANIMALES	Nº HA	CARGA GANADERA	RAZA ANIMALES	SISTEMA DE PRODUCCIÓN
Cooperativa Mas la Sala	Ripollés	27 vacas, 1 toro y 7 terneros de momento	100	0,25	Cruce de Angus y Asturiana de los Valles	Ciclo cerrado en agricultura regenerativa
Explotación Josep Soler	Berguedà	90 vacas, 4 toros y 50 terneros	250	0,38	Bruna de los Pirineos y Salers	Producción extensiva y venta de terneros desmamados
L'Aubrac del Sorreig	Lluçanés	43 vacas, 2 toros y 20 terneros	130	0,34	Aubracs	Ciclo cerrado en producción ecológica

Se han estudiado explotaciones en la zona de Catalunya. Se ubican en zonas distintas de Cataluña: zona central, pirineo de Lérida y zona pre pirineo de Gerona. El objetivo de esta distribución ha sido la de analizar explotaciones con características y ubicaciones distintas, para encontrar retos en común y retos más específicos. Como vemos en la tabla anterior, aun teniendo características distintas, la carga ganadera es similar.

En primer lugar, se presenta una descripción de las características generales de cada explotación, en referencia al manejo y gestión de las mismas.

#### Explotación Cooperativa Mas la Sala

La finca Mas la Sala, se trata de una cooperativa ubicada en la zona del Ripolles, en Sant Pau de Seguries en la provincia de Gerona. Es una explotación que dispone de varios espacios, los cuales han aprovechado para ir desarrollando varias ramas de negocio en la explotación (Mas la Sala, 2020). En el presente trabajo, nos centraremos en la parte de ganadería, concretamente en el rebaño de vacas en extensivo que disponen.

Se trata de un rebaño de 27 vacas y un toro en extensivo. Solo 14 de estas están preñadas o tienen su primer ternero y son las que están con el toro. Las otras 13, tienen entre 1 y 2 años de edad, y esperaran hasta los dos años y medio o tres para juntarlas con el toro para cubrirlas.

La raza de las vacas es un cruce entre Angus y Asturiana de los Valles, y el toro es Angus. Aunque no hay muchos estudios sobre ese cruce, se están asesorando con un técnico de agricultura y ganadería regenerativas, con el que han estado probando hasta acabar con este cruce. Por lo que han visto hasta el momento, es una vaca con una conformación predominantemente cárnica con un aprovechamiento de recursos óptimo y buena rusticidad. Algún estudio hecho con cruces entre Angus y razas europeas, comparado con cruces con la raza Wagyu, indican mayores pesos en los casos de cruces con Angus (De-Mercado et al., 2021). Otras referencias de Asturias, indican que

por un lado la raza Asturiana de los Valles tiene un muy buen rendimiento de canal, mientras que la raza Angus, no llega a ese rendimiento pero tiene mejor calidad de carne (Devesa & Alonso, 2017).

En la explotación realizan agricultura y ganadería regenerativa. Se trata de un tipo de producción para regenerar el suelo y mejorar la biodiversidad. Una de sus prácticas aplicada a la ganadería, es el pastoreo intensivo durante unos tres días, en una zona pequeña. Lo podemos ver en la imagen 1, como se ven un poco los distintos rectángulos que han ido pastando. Es por esto que hacen un pastoreo intensivo y rotacional de forma bastante periódica, adaptándose a cada estación.

Además de la identificación obligatoria por normativa de los animales, disponen de un sistema GPS y cercado virtual para cada animal. Esto les facilita mucho el trabajo con el cambio de pastos tan habitual, ya que pueden cambiar directamente el vallado virtual desde el dispositivo móvil.



*Imagen 1: Vista de las vacas pastando en la explotación Mas la Sala. Fuente: propia.*

La alimentación del rebaño está basada únicamente en el pasto. Disponen de aproximadamente 100 hectáreas entre praderas y bosque. Unas 15 hectáreas son campos donde producen el forraje (normalmente un corte al menos) y también los animales pueden pastar. De las hectáreas de pasto sólo 3 las sembraron inicialmente, las otras son de pasto natural. En la extensión de bosque hay una parte, unas 40 hectáreas, que son bastante claras y pueden aprovechar bastante el pasto. Las otras restantes son más densas, pero también son aprovechadas por los animales.

El pastoreo rotacional con bajas cargas ganaderas permite reducir los inputs de alimentos externos, alimentando al ganado a base de pasto y como mucho complementando con hierba seca o forraje hecho en la misma finca en épocas de abundancia.

El manejo reproductivo se basa en la monta natural. Respecto los terneros, los desmaman al año. Se trata del primer año de manejo de estos animales, pero la idea es poder separar el lote de terneros para cebar y llevarlos a matadero al año y medio o dos. El objetivo es poder llegar a cebar sus terneros en el pasto y poder cerrar el ciclo vendiendo directamente su producto al consumidor final.

#### Explotación JOSEP SOLER

La explotación del ganadero Josep Soler, se encuentra en el pueblo de montaña de Gòsol, en la provincia de Lérida. Se divide principalmente en dos ramas, la agrícola y la ganadera.

Respecto a la parte ganadera, en la que nos centraremos, se trata de una explotación en extensivo en la que disponen de unas 50 hectáreas de pasto y 200 de bosque. En la explotación ahora mismo disponen de dos razas distintas. Un rebaño de raza Bruna dels Pirineus y otro de Salers. La raza Bruna, les permite una buena rusticidad muy importante por la zona donde se encuentran. La raza Salers, le ofrece menos problemas a la hora de los partos.

El rebaño consta de 90 vacas y 4 toros que los separan en varios lotes. Las Salers, su última incorporación, siempre van juntas todo el año en un mismo lote de 10 vacas y un toro. Las Brunas en cambio (las 80 vacas restantes y 3 toros), las separan en lotes de unas 25 vacas durante el año menos en verano, que suben todas juntas a alta montaña. En estas zonas de alta montaña, donde no disponen de cercados, comparten pasto con ganado de otras explotaciones. El lote de raza Salers, durante el verano no suben a los pastos de alta montaña y aprovechan algunos campos de pasto que ya han sido cortados una vez, y ya hay suficiente rebrote para que puedan pastar unos días.

Las vacas las tienen todo el año con los toros, de manera que hay partos durante todo el año. De esta forma disponen de terneros para vender durante todo el año. Los terneros se crían con las madres y cuando los desmaman los venden para cebar. Los desmaman aproximadamente entre los 5-7 meses y pesan entre 220-230 kg los más pequeños, llegando a 300 kg los más grandes.

La alimentación del ganado, consiste en gran parte del año del pasto, normalmente desde mayo a octubre o noviembre, dependiendo de la disponibilidad de alimento del año. Durante el resto del año, al tener nieve en las montañas, ya no pueden pastar y las bajan a su granja con áreas de pasto más cercanos al pueblo. Es dentro de estos vallados donde les proporcionan forraje y paja durante esos meses de frío.

#### Explotación l'Aubrac del Sorreig

Esta explotación de bovino ecológico en extensivo, se encuentra en el municipio de Sobremunt, dentro de la provincia de Barcelona. Es una explotación relativamente nueva, y se hace llamar l'Aubrac del Sorreig.

Dispone de un rebaño de 43 vacas y 2 toros de la raza Aubrac. Se trata de una raza francesa, le asegura una buena rusticidad, adaptabilidad, así como una alta calidad de carne. La explotación dispone de unas 130 hectáreas entre de bosque y algunos campos.

Tiene los toros con las vacas durante todo el año, de este modo tiene terneros durante todo el año. Una vez desmaman el ternero, con 8 o 9 meses, dispone un espacio para poder cebarlos hasta que los lleva a matadero. Machos y hembras, los separa en el establo para cebarlos. Los machos los sacrifica a los 11 meses para tener una canal de 300-350 kg. Las hembras las sacrifica entre los 12 y 14 meses y obtiene canales de entre 250-300 kg.

La alimentación de las vacas, es a base de pasto durante gran parte del año. Durante los meses donde no hay suficiente pasto, se les aportan pacas de forraje y paja. Los terneros que ya tiene en la granja para cebar, les dan pienso y paja. Además, disponen de un pequeño patio con parte de pasto. El forraje lo producen en los campos de la propia explotación, y la paja y el pienso lo tiene que comprar fuera.

La identificación de las vacas es mediante los crotales obligatorios, pero además incorporo GPS a dos de sus vacas a modo de prueba piloto para poder localizar al rebaño.

#### **4.1.1 Retos planteados**

Como se ha observado, las tres explotaciones extensivas de bovino, tienen características similares y a la vez proyectos u otras ideas de negocio muy distintas. Es por eso, que han salido retos comunes a implementar por todas las explotaciones y otros más específicos.

##### **RETOS GENERALES**

- a) Localización de los animales
- b) Movimiento y manejo de los animales
- c) Control de partos
- d) Control de pastos/ alimentación
- e) Información productiva de los animales

##### **RETOS ESPECIFICOS**

- f) Sistemas de agua /control agua
- g) Control de crecimiento de terneros

A continuación, se describen en detalle los retos identificados.

##### Reto a: Localización de los animales

El reto de ubicar a los animales, es un problema que se ha planteado de forma general ya que afecta a todas las explotaciones de este tipo. Cada vez que falta un animal, el tiempo y las horas destinadas a su búsqueda resultan en mucha mano de obra. Encontrar una solución para ubicar a los animales, ahorraría muchas horas de trabajo a estos ganaderos.

Esto es interesante sobre todo para la explotación de Josep Soler, que lleva las vacas a la montaña en verano y las hectáreas que tienen disponibles comprenden una gran superficie.

En el caso de L'Aubrac del Sorreig y Mas la Sala, aun teniendo menos hectáreas, también les interesa buscar una alternativa para poder ganar tiempo agilizando este trabajo de búsqueda de animales.

##### Reto b: Movimiento y manejo de los animales

El movimiento de los animales tanto por cambio de pasto como por saneamiento, siempre ha sido todo un reto para este tipo de explotaciones por la inversión de mano de obra que conlleva. En el caso de Josep, dispone de sus perros adiestrados para ayudarle con los movimientos de las vacas de un lado a otro. Tanto l'Aubrac del Sorreig como Mas la Sala, el manejo se realiza sin perros.

Encontrar una forma más ágil y practica de realizar estos movimientos sería una gran solución para este reto habitual de los ganaderos.

##### Reto c: Control de partos

Otro de los retos comunes, es el control de partos. Algunas explotaciones se comprimen todos los partos en una época del año para tener el ganado más controlado. Aun así, hay veces que tampoco están a tiempo de asistir si hay algún parto complicado que no han visto.

En el caso de las explotaciones visitadas, no se planifican los partos así que sus vacas pueden ir pariendo durante todo el año y así también disponen de su producto, los terneros, durante todo el año. Pero esto implica que tienen que estar durante todo el año alerta de las vacas que tienen que parir por si hay cualquier imprevisto.



En el caso de Josep, cuando sabe que alguna vaca tiene que parir, la van a buscar donde este, y la bajan en su granja estabulada para poderla tener más controlada. En el caso de L'Aubrac del Sorreig y Mas la Sala, van a ver las vacas de forma más habitual cuando saben que hay alguna por parir.

Es por eso, que encontrar una solución para automatizar este reto, permitiría reducir también horas de trabajo a los ganaderos y mejorar la productividad de las explotaciones con un mayor control de los eventos de parto.

#### Reto d: Control de pastos

El control de la alimentación es otro de los retos planteados. Actualmente, en las explotaciones estudiadas, no existe un control exhaustivo de la alimentación que se les da a las vacas. Las vacas en extensivo pastan libremente por la extensión que disponen.

En el caso de Josep Soler y l'Aubrac del Sorreig, los animales pastan libremente durante todo el año. De todas formas, en la época que hay suficiente pasto o este ya no está verde, se les aporta la comida mediante balas de forraje y paja.

En el caso de Mas la Sala, han conseguido mantener a sus animales solo con el pasto durante todo el año. Esto es gracias a la raza de vacas que seleccionaron entre otras variables. Además, con la tecnología que disponen, pueden controlar el estado de los pastos en función de sus movimientos.

Por lo tanto, poder encontrar una forma de ver la disponibilidad y calidad de pasto que hay en la explotación, permitiría optimizar el movimiento de los animales además de hacer una estimación del alimento necesario a comprar para la explotación.

#### Reto e: Información productiva de los animales

Determinar la información productiva de los animales es otro de los retos planteados. Esta información permitiría seleccionar mejor los animales de la explotación para una mejor descendencia, y, por lo tanto, llegar a mejorar la productividad o las características que interesen en el rebaño.

La mayoría de explotaciones similares a las estudiadas, no utilizan métodos digitales para determinar la productividad u otras características de sus animales. La forma de seleccionar en su rebaño es la tradicional, observando los comportamientos que ha tenido cada vaca en base a la experiencia de los ganaderos.

En el caso de Mas la Sala, la tecnología de los collares GPS y cercados virtuales que disponen, les proporciona también información del comportamiento del animal que les es de utilidad a la hora de gestionar a nivel tanto individual como de rebaño todas las vacas.

#### Reto f: Sistemas y control del agua

Cuando el ganado bovino se encuentra en extensivo y va cambiando de cercados, tener puntos de agua suficientes para los animales es otro de los retos.

En el caso de Josep Soler, que las tiene a lo alto de la montaña, no es un reto tan grande hasta el momento, ya que casi siempre dispone de un río u otro para que las vacas puedan beber.

Este reto se planteó más bien por el caso de L'Aubrac del Sorreig i el Mas la Sala. En el caso de l'Aubrac del Sorreig, dispone de un bebedero móvil, con un par de depósitos movibles para

abastecer el bebedero. Eso sí, siempre tienen que estar al tanto de cuando se acaba el agua para ir a llenarlos otra vez.

En el caso de Mas la Sala, al realizar la agricultura regenerativa, cambian las vacas de cercado de forma muy habitual. Lo complicado es que no disponen de agua a todos los cercados. Ahora están pensando en poder hacer una instalación para poder disponer de bebederos a más cercados.

Encontrar una manera para poder controlar la disponibilidad de forma automática y un algún otro sistema de disponer de agua, sería de gran utilidad para estas explotaciones.

#### Reto g: Control crecimiento terneros

Otro de los retos más específicos para explotaciones de bovino que se engordan sus propios terneros, es el de poder disponer de un control del crecimiento de estos. Incluso para Josep Soler, que no se engorda sus propios terneros, le serviría para poder relacionar el crecimiento de los terneros con las madres, a la vez que tener un control del peso para saber cuándo venderlos.

De el mismo modo, para las otras ganaderías estudiadas sería una buena herramienta encontrar una forma más automatizada del control del crecimiento de sus terneros para conseguir tener datos con los que tratar y rentabilizar mejor la explotación.

### **4.1.2 Tecnologías disponibles para los retos planteados**

A nivel bibliográfico, hay algunos estudios que indagan sobre las tecnologías disponibles para la ganadería extensiva. Desde la identificación los animales, determinar su peso y temperatura, analizar el estado de los pastos, entre otras cosas, hay varios sensores disponibles que permiten desarrollar estas funciones (Aquilani et al., 2021). También hay otros estudios que relacionan los sensores disponibles con el parámetro de interés que se quiere analizar o automatizar (Tzanidakis et al., 2023). Partiendo de estas revisiones bibliográficas, se han identificado las tecnologías disponibles para cada uno de los retos planteados.

#### **✓ Collar GPS**

Los collares GPS, o sistemas de posicionamiento global (Fallas, 2002), son una herramienta tecnológica disponible para poder ubicar y localizar, en este caso, al ganado. Además de permitir la geolocalización de las vacas, algunos incorporan otros sensores como acelerómetros para poder determinar otros parámetros de las vacas. Éstos sistemas permiten determinar el comportamiento de la vaca, y saber si está pastando, rumiando, etc. Por lo tanto, permite monitorizar el comportamiento del animal de forma que cuando algo sale fuera del comportamiento normal, se pueden mandar avisos. Esto se puede hacer mandando los datos a una aplicación móvil, y así el ganadero puede controlar a sus animales desde cualquier lugar. A la vez que programarse alertas cuando pase algo fuera de lo normal y así puede acudir mucho más rápido cuando hay cualquier problema.

Este tipo de tecnologías ya están presentes en el mercado. Por ejemplo, Digitanimal (Digitanimal, 2016b), es una de las empresas que ofrece este dispositivo además del software para gestionar y recibir todos los datos en una misma plataforma. Otro ejemplo en España es la empresa Ixorigue (Ixorigue, 2019), que también diseña dispositivos similares. También la empresa Innogando, ha desarrollado un dispositivo llamado Rumi (Innogando, 2020) para localización y monitoreo del animal. Y otras empresas que poco a poco van investigando e innovando para mejorar la eficacia de los dispositivos y disponer cada vez de más información para los ganaderos.

Esta tecnología que está disponible a día de hoy, permite solucionar o afrontar el reto de localizar los animales. Además, con los otros datos que nos ofrecen con esta misma tecnología, también permitiría ayudar con otros de los retos planteados como el control de partos e información productiva de los animales.

#### ✓ **Crotales GPS**

Otra de las tecnologías disponibles, no tan habitual de ver en España, son los crotales GPS. Los crotales GPS, son como los collares GPS, pero incorporado en un crotal para los animales. Es por eso que el dispositivo debe ser más pequeño y pesar menos. La mayoría utilizan placas solares para que la batería de los dispositivos pueda durar más.

Hay algunas marcas que están vendiendo este tipo de dispositivos actualmente, pero en España es mucho más utilizado el collar. Algunas de las empresas son por ejemplo mOOvement (Moovement, 2019) o Kraal (Kraal, 2023).

Esta tecnología nos ayudaría a resolver los mismos retos que en el caso del collar GPS. La localización y recorrido de los animales. Y en caso de los que también han incorporado otros sensores permitiendo monitorizar el comportamiento animal, también podríamos llevar a cabo el reto de control de partos.

#### ✓ **Vallado virtual**

Una de las innovaciones más recientes, son los cercados virtuales. La idea es la similar a los collares explicados anteriormente, los ganaderos disponen del software y la aplicación, y los animales de sus collares GPS. Pero en este caso, el ganadero desde la aplicación, además de controlar a sus animales, tiene la posibilidad de definir las zonas donde quiere que pasten. Estos datos definidos, quedan grabados en la aplicación y en los collares de los animales, por lo tanto, cuando un animal se acerca al límite marcado, su collar empieza a realizar un ruido para avisarle de que no puede seguir por ahí. Si el animal decide seguir y saltarse el límite, su collar va a transmitir una pequeña descarga eléctrica simulando el cercado real. El ganadero también recibe avisos cuando se escapa un animal o cuando hay comportamientos anómalos.

La primera empresa a nivel mundial que ha desarrollado este tipo de cercados, es la empresa noruega Nofence (Nofence, 2019). Es relativamente reciente, pero está desarrollando e innovando con una tecnología que podría y ya está, ayudando a muchos ganaderos para el control de sus animales.

Como vemos, esta tecnología nos permitiría resolver varios retos planteados: el de ubicar los animales ya que incorpora GPS, también el del control de partos e información productiva de los animales por los otros sensores que incorpora y el desarrollo de su aplicación y, además, podría ayudar en el reto de movimiento de animales, ya que cambiando solo de forma virtual los cercados, se puede cambiar los animales de forma progresiva.

Por otro lado, ayudaría a resolver otros desafíos o mejorar tareas no planteadas. Ya que ahorrarían las horas y el material de realizar cercados, a la vez que revisarlos.

### ✓ **Sensor Partos**

El sensor de partos, es un dispositivo que sirve para poder avisar cuando una vaca está de parto. Este sensor, se debe ajustar al rabo de las vacas cuando se acerca el día de parto. Una vez colocado y encendido, éste, configurado con el software, va a enviar mensajes al dispositivo del ganadero (el dispositivo configurado) para alertarlo de la actividad de la vaca. El sistema permite detectar cuando la actividad de las vacas es alta, detectando las contracciones de la vaca cuando esta levanta la cola. De esta forma, el ganadero puede estar informado del momento de parto y llegar lo antes posible para evitar posibles problemas o bajas.

Otro sensor utilizado para determinar el momento de parto, son los acelerómetros. Estos son indicadores de la actividad del animal e identifican su comportamiento. Cuando hay modificaciones en la conducta de rumia o de descanso, pueden ser indicadores de parto.

Ya existen algunas empresas que venden este tipo de sensores. La empresa Moocall, son un ejemplo del desarrollo de este tipo de sensores (Moocall, 2015) entre otras tecnologías que están desarrollando.

Esta herramienta nos ayuda a resolver el reto planteado de control de partos.

### ✓ **Imágenes satelitales**

Las imágenes satelitales son otra de las herramientas que puede ser de gran utilidad en explotaciones en extensivo. Poder disponer de imágenes satelitales de las zonas de pasto, nos sirve para estudiar y calcular diferentes índices de vegetación del terreno. Estos índices nos van a ser de utilidad para poder determinar y localizar las zonas de más o menos disponibilidad de pasto de la explotación, entre otras cosas.

Hay otras formas de disponer de imágenes para poder analizar los pastos, como por ejemplo mediante los drones. Pero las imágenes satelitales están al alcance de todos de forma gratuita. La forma de conseguir estas imágenes satelitales, es mediante la plataforma gratuita de Copernicus de la Agencia Espacial Europea (ESA). Copernicus Open Access Hub (Copernicus Open Access Hub, 2014). Después estas imágenes se pueden analizar mediante programas como el QGIS, para determinar los parámetros necesarios. Por ejemplo, índices NDVI para localizar las zonas con mayor o menor cantidad de pasto y clasificar distintas escalas de pasto, como han analizado en algunos estudios (Hernández et al., 2014).

Actualmente ya existen algunas empresas que se dedican a realizar esos estudios directamente para poder determinar estas zonas de pasto de cada explotación concreta. Es el caso de la Cooperativa EA Group, que ofrece a sus clientes, el servicio de gestión de pastos mediante imágenes vía satélite (Ventum Innovación, 2023). Otro ejemplo es el de *Pastures from space* (Government of Western Australia, 2023), que permite saber el crecimiento del pasto entre otras cosas.

Este sistema ayudaría con el reto planteado del control de los pastos. Ya que permite al ganadero realizar una gestión más ajustada y adecuada para la extensión que dispone. A la vez, le permitiría hacer una mejor previsión de la alimentación que necesita para sus animales.

### ✓ **Básculas de pesaje automático**

Este tipo de básculas, permiten pesar a los animales de forma práctica y automática. Normalmente se ponen en una zona de paso o bien se pone agua o pienso en un lado de la báscula, para que los terneros suban. Normalmente, estas básculas inteligentes, funcionan con crotales electrónicos. Cuando el ternero sube, leen el crotal y relacionan el peso con el ternero identificado. De esta forma permite tener una evolución de peso de los terneros de la granja.

Por ejemplo, la empresa de Digitanimal, ha diseñado una báscula para eso (Digitanimal, 2016c). Están colaborando también con algunas cooperativas y recogiendo gran cantidad de datos, para poder ir mejorando y adaptando sus básculas inteligentes.

Por otra parte, se están realizando estudios para determinar el peso de los animales mediante cámaras para disponer de imágenes 3D. A partir de estas imágenes y a través del machine learning, se está consiguiendo saber el peso de animales vivos a través de estas cámaras 3D (Gebreyesus et al., 2023).

Esta tecnología nos ayudaría a poder ver la evolución de los terneros de nuestra explotación, y por lo tanto a resolver uno de los retos planteados.

### ✓ **Sensores para bebederos y depósitos de agua**

Existen distintos sensores para poder medir la cantidad de agua que hay en un bebedero o la disponibilidad que queda en un depósito. A la vez, que se puede controlar y gestionar esta disponibilidad desde un dispositivo electrónico. De esta forma, el ganadero puede tener las 24 h del día sus depósitos y bebederos controlados. También, puede generar alertas para que este avisado cuando el nivel de agua se encuentre bajo.

Es el caso de la empresa Vantum Innovación, que dispone tanto de sensores para detectar la disponibilidad de agua en bebederos (Vantum Innovación, 2017a), como un sensor ultrasonido para poder controlar el nivel de los depósitos de agua (Vantum Innovación, 2017b).

Así pues, estos sensores nos ayudarían a solventar el último de los retos planteados en las ganaderías estudiadas, tener un control del agua que dispone el ganado.

### **4.1.3 Barreras para la implementación**

En el caso concreto del presente trabajo, para las tecnologías disponibles planteadas, se han identificado las siguientes barreras.

- **Cobertura:** Una de las barreras más importantes para este tipo de tecnologías planteadas, es la cobertura móvil. La mayoría de las herramientas necesitan conectividad a la red para transferir la información. El problema es que en la mayoría de estas explotaciones la cobertura es escasa o nula.
- **Barrera económica:** Otra de las barreras más importante, es la capacidad económica de las explotaciones para la adquisición de los dispositivos y tecnologías disponibles. La mayoría de las explotaciones como las estudiados en el presente trabajo, esta es la barrera principal por la cual no adquieren las tecnologías disponibles.

#### **4.1.4 Posibles soluciones**

Para la barrera de la cobertura, se han planteado algunas soluciones como la instalación de más antenas, o buscar otro tipo de conectividad. Cada vez se está investigando para conseguir que estos dispositivos funcionen también en zonas sin conectividad. Las mismas empresas también van mejorando sus dispositivos, como el caso de Digitanimal (Digitanimal, 2016b). Y al igual que las otras empresas, que siguen investigando para ir solventando y mejorando esta importante barrera.

En referencia a la barrera económica, seguramente es la más importante en el tipo de explotaciones similares a las estudiadas. Es por eso, que es importante que la tecnología vaya avanzando y sea cada vez más asequible para todo tipo de explotaciones.

En el caso de los retos planteados para los que no existe una solución comercial, se plantean otras soluciones para los retos formulados en el presente trabajo.

- Plataforma personalizada para cada explotación: Una de las propuestas que se plantea, es la que cada pequeña explotación pudiera disponer de toda su información en una misma plataforma. De este modo, realizar todas las gestiones y tener un control las 24 h del día de su granja. Esto mejoraría el tiempo disponible y la calidad de vida de los ganaderos. Ya hay empresas que ofrecen plataformas y cada vez se está intentando trabajar de una forma más integral para tener toda la información en un solo dispositivo. Pero seguramente falta más interés para integrar eso en las más pequeñas o familiares explotaciones y de una forma más asequible económicamente para ellas.

## 4.2 Explotaciones de ganado porcino

En el caso de las explotaciones de porcino, también tienen características distintas. A continuación, podemos ver las características generales de cada una de ellas:

*Tabla 2: Características generales de las explotaciones de ganado porcino visitadas*

EXPLOTACIÓN	LOCALIZACIÓN	Nº PLAZAS ANIMALES	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	RAZA ANIMALES
<b>Mas Corominas</b>	Garrotxa	480	cebo en extensivo	Duroc
<b>La Llavora</b>	Alt Empordà	290	ciclo cerrado ecológico	Sweviscal
<b>Mas Sagrera</b>	Baix Empordà	200	ciclo cerrado semi extensivo	Mezcla de razas

### Explotación Mas Corominas

Se trata de una explotación situada en Begudà, dentro de la provincia de Gerona. Allí constan de una explotación familiar donde crían a sus cerdos para poder hacer sus propios embutidos y vender directamente al cliente final un producto de alta calidad.

Su explotación familiar empezó hace unos años ya, como explican en su web (Mas Corominas, 2017). Su propietario actual, Fermi, decidió en su momento reducir la cantidad de cerdas para poder controlar todo el proceso, cerrando ellos mismos todo el proceso hasta la venta final. Ahora mismo disponen de unas 80 cerdas ya, en ciclo cerrado, que suponen unos 1000 cerdos engordados al año. La raza de los animales es la Duroc. Han ido seleccionando sus lechones hasta encontrar las características que les gustan más dentro de esta misma raza.

Utilizan tanto inseminación artificial como monta natural. Disponen de dos cerdas, que son las que inseminan, una para obtener las futuras madres y la otra los padres (actualmente disponen de 3 machos). Las 80 cerdas se dividen en 7 lotes, y se reproducen con monta natural con los machos mencionados anteriormente. Las cerdas realizan 2 ciclos y medio cada año aproximadamente. Después de destetar a los lechones (entre 21-27 días lactación), esperan unas 3 semanas y ya vuelven a realizar la monta natural y vuelve a empezar el ciclo.

La granja de cerdas es convencional, donde paren, crían a los lechones y estos se destetan a las 3 o 4 semanas, y pasan al proceso de transición donde estarán entre 9 y 12 semanas más. En el periodo de engorde están hasta que llegan a los 90 kg. Es en el periodo final del engorde, sus 2 o 3 últimos meses, los cerdos son criados en el bosque de la finca. Allí son alimentados de la misma forma de los que se engordan en granja, con pienso en harina, pero disponen de un gran espacio para pastar frutos como las bellotas. Finalmente los sacrifican cuando llegan aproximadamente a los 140 kg de peso vivo, que normalmente es cuando ya tienen un año y 3 o 4 meses.

En el presente trabajo nos centraremos en los cerdos criados de esta forma extensiva, y cuáles son los métodos o mejoras técnicas que se están ya utilizando o se podrían llevar a cabo.

### Explotación La Llavora

Esta explotación de porcino ecológico, se ubica en la provincia de Gerona, en Ventalló. Realizan todo el ciclo de producción, para poder llegar directamente al cliente final con sus productos (La Llavora, 2016).

En 2016 iniciaron su proyecto transformando una granja de porcino de engorde convencional, con lo que sería la nueva explotación de producción de porcino ecológico. La explotación dispone de 48 cerdas en ciclo cerrado que suponen unos 600 cerdos de engorde al año.

La raza de los animales es Sweviscal. Se trata de un tipo de animales con muy buen temperamento, de modo que evitan problemas de agresividad de las madres. Además, tienen una conformación más alargada que les permite adaptarse mejor a climas cálidos. Por otra parte, producen mucha leche y una canal de calidad.

El manejo de los animales de la explotación se basa en las normativas y recomendaciones de la producción porcina ecológica (De Delàs & Vila, 2005). Los animales deben tener acceso al aire libre y disponer de una zona con lecho para descansar. Las medidas y características de las instalaciones, como otros temas de alimentación y sanidad también siguen las indicaciones de la producción ecológica. También para realizar el manejo de las cerdas en lotes, los movimientos y la proyección de ocupación de cada nave, siguen el ejemplo del ecológico.

La alimentación de los animales, es a base de pienso, paja y forraje. Actualmente, la distribución de la comida se realiza de forma manual.

#### Explotación Mas Sagrera

Se trata de una explotación ubicada en Sant Sadurn d'heura. En la parte agrícola, dispone de unas 30 ha en total, de las cuales 20 son de cultivo que aprovechan para la producción de alimentación para el ganado de la misma explotación, y el resto son de bosque. En referencia a la parte ganadera, tienen ciclo cerrado de porcino en extensivo. Desarrollan todo el ciclo productivo en la empresa, disponiendo de un matadero y sala de despiece para poder vender directamente a cliente final.

Los animales proceden de diversos cruzamientos entre razas como Duroc, Landrace y otras que se han ido seleccionando según su adaptación a la explotación.

Tienen unas 210 cerdas en total. Las cerdas gestantes y las que se encuentran en espera de cubrición, son criadas en grupo en una cuadra de unos 2500 metros cuadrados con lecho de paja. Este establo, da acceso a un patio exterior de unos 4000 metros cuadrados. Además, también disponen de una pequeña balsa para remojarse en el mismo patio.

Cuando están en celo, a la hora que les dan la comida, los cuidadores abren la puerta del pasillo de los machos y ya van solas hacia el macho. Se reproducen mediante monta natural. Las cerdas son separadas del grupo a unas cuadras individuales cuando tienen que parir. En estas cuadras disponen de un pequeño cubículo con lecho de paja y comida, sin jaulas que no les permitan moverse. Una vez han parido, están en la misma cuadra hasta que los lechones ya pueden empezar a comer pienso. Después, las pasan a las cuadras individuales de delante que disponen de comederos con pienso para los pequeños también. En total disponen de dos pasillos con 27 cuadras individuales a cada lado.

En referencia a la alimentación, es a base de paja, forraje y harina de trigo o cebada. El forraje y la paja, se lo esparcen al grupo con el tractor. A las que están en jaulas se lo esparcen de forma manual. Los alimentos son de sus propios cultivos, a excepción de los años con peores rendimientos de cultivo que tienen que comprar una pequeña parte fuera de la explotación.



Los lechones los sacrifican cuando llevan un mes o dos de lactancia. Lo hacen en su propio matadero y sala de despiece. Es allí mismo donde también ya dejan el producto listo para los clientes que van a la explotación a comprarlo.

#### **4.2.1 Retos planteados**

Igual que en el caso de las explotaciones de bovino, las explotaciones de porcino presentan variabilidad en cuanto a sus características y necesidades. A su vez, tienen muchos retos comunes a abordar para mejorar o facilitar algunos trabajos de la explotación. Como también, otros objetivos más específicos de cada empresa por su filosofía o desarrollo empresarial.

#### **RETOS GENERALES**

- a) Reparto mecánico del alimento
- b) Obtención de datos productivos y reproductivos de los animales
- c) Control de fauna salvaje
- d) Gestión administrativa

#### **RETOS ESPECIFICOS**

- e) Limpieza y gestión del estiércol en las granjas de madres
- f) Esterilización de corrales
- g) Investigación en alimentación más sostenible (aprovechamiento subproductos)
- h) Sistemas de pastoreo
- i) Mejora del manejo en los movimientos de animales

A continuación, se describen en detalle los retos identificados.

##### Reto a: Reparto mecánico del alimento

En las explotaciones de porcino visitadas, el reparto de la comida de forma mecánica es uno de los retos planteados. En las explotaciones intensivas, este reto está resuelto desde hace años, pero estas instalaciones, al tener una disposición no convencional, no disponen de un sistema comercial para el reparto de alimento.

En el caso de Mas Corominas, sus cerdos en extensivo disponen de un comedero que se debe rellenar manualmente. Esto implica tareas de control de consumo y de carga de forma totalmente manual, con el consumo de mano de obra que estas tareas implican.

En el caso de La Llavora, hacen el reparto de la comida a los animales cada día de forma manual. En este caso se contaba con un comedero automático, pero la reducida fiabilidad del sistema motivó su abandono.

En el caso de Mas Sagrera, La distribución de la comida la hacen mediante el tractor en las cerdas que están todas juntas, y a mano las que ya están en las cuadradas individuales.

Aunque la cantidad de animales que tienen estas explotaciones les permite seguir haciendo este trabajo a mano o de forma menos automatizada, encontrar un modo de repartir la comida más automatizado pero que se adaptara a explotaciones porcinas de este tipo, sería una gran ventaja para éstas.

##### Reto b: Obtención de datos productivos y reproductivos de los animales

La obtención y registro de datos productivos y reproductivos de las explotaciones de porcino de estas características es otro de los retos planteados. También se trata de un reto con soluciones

disponibles en sistemas intensivos, pero el reducido número de animales y la priorización de las inversiones hacia otros recursos ha llevado a la ausencia de estos sistemas en las explotaciones estudiadas. En cualquier caso, la disponibilidad de información permitiría a las granjas optimizar su sistema productivo, aumentando la eficiencia y la calidad de productos.

#### Reto c: Control de fauna salvaje

En las explotaciones extensivas de porcino, la bioseguridad y el control de la fauna salvaje es otro de los retos.

Tanto en el caso de Mas Corominas como Mas la Sagrera, los vallados de los animales están en contacto con el exterior. Esto permite acercar animales de fuera y tener contacto próximo con los de la propia explotación.

En el caso de La Llavora, al tenerlos en ecológico, el vallado que separa a los animales del exterior es mucho más robusto que el vallado perimetral de la granja, lo que permite que sea mucho más complicado el contacto con los animales del exterior.

Aun así, encontrar una forma de automatizar y controlar esta fauna salvaje, ayudaría a asegurar una buena bioseguridad en las explotaciones.

#### Reto d: Gestión administrativa

Otro de los retos que tienen este tipo de explotaciones y en general este sector, es toda la gestión administrativa que se debe hacer. No se trata de un tema directamente relacionado con el manejo de los animales, pero sí de forma indirecta, consumiendo una gran cantidad de mano de obra. Y este es uno de los grandes retos para la mayoría de explotaciones más pequeñas que no disponen de tiempo ni personal especializado para realizar todas estas tareas.

Poder encontrar una forma de delegar o automatizar este trabajo para este tipo de explotaciones, les ayudaría mucho a mejorar la gestión de su granja y a tener más tiempo para realizar las otras tareas.

#### Reto e: Limpieza y gestión del estiércol en granjas de madres

Este reto es más específico del caso de Mas la Sagrera y La llavora que también tienen las madres en el mismo sistema que el resto de explotación. Y es que la limpieza del estiércol de las madres es todo un reto en estas explotaciones.

En los dos casos lo tienen que hacer a mano ya que no pueden entrar con la maquinaria que disponen dentro de las cuadras.

Buscar un sistema para facilitar esta limpieza sería de gran ayuda para este tipo de explotaciones.

#### Reto f: Limpieza y desinfección de corrales

Otro de los retos, en este caso más específico de La Llavora, es el de esterilización de los corrales ya que, en el caso de esta explotación, los corrales son de madera. Esto no les permite limpiar los corrales con agua a presión, por lo tanto, no pueden realizar su desinfección de este modo.

Poder encontrar otro modo de desinfectar los corrales como en este caso, sería una buena alternativa para este tipo de explotaciones. Además, ayudaría al control de diarreas en períodos de desmamado y transición, que es cuando tienen más problemas.

Reto g: Investigación en alimentación más sostenible (aprovechamiento de subproductos)

También se ha planteado otro reto más específico, pero bastante interesante para este tipo de explotaciones que es el de aprovechar subproductos agroindustriales para introducir en su alimentación. De esta forma se contribuiría a reducir los residuos, y, por otro lado, el coste de alimentación para estas explotaciones más pequeñas seguramente se vería reducido.

Reto h: Sistemas de pastoreo

En explotaciones de porcino intensivo, es difícil imaginar sistemas de pastoreo, pero en el caso de las explotaciones estudiadas (extensivas o ecológicas) sí es un sistema funcional.

En el caso de Mas Corominas, los cerdos de cebo disponen de todo el bosque, pero sí que se había planteado alguna vez de poderlos llevar a pastar alguna pradera. En referencia a Mas la Sagrera, también solían llevarlos a pastar algunos campos.

Por lo tanto, aprovechar la tecnología que disponemos para facilitar el pastoreo en explotaciones como estas sería otro aprovechamiento y fuente de alimentación para estas.

Reto i: Mejora del manejo en los movimientos de animales

Otro de los problemas o tarea de más labor en explotaciones de porcino en extensivo y ecológico, es a la hora de hacer movimientos de animales. Al estar todos juntos, no separados por lotes, el consumo de mano de obra a la hora de separarlos o moverlos es significativo.

Por ejemplo, en el caso de Mas Sagrera, comentamos que el día que tienen que cambiar los animales de corral, es el que les lleva más trabajo. Así que, buscar alternativas para reducir o facilitar el trabajo que comporta esta tarea sería de mucha utilidad para ellos.

#### **4.2.2 Tecnologías disponibles para los retos planteados**

Las tecnologías disponibles para algunos los retos planteados son las siguientes:

##### **✓ Comederos inteligentes**

Una de las tecnologías disponibles para resolver o ayudar con algunos de los retos planteados son los comederos automáticos.

Los comederos inteligentes disponen de los lectores RFID para leer el chip del animal y automáticamente la máquina proporciona la cantidad de comida que le corresponde. Existen diferentes tipos de comederos inteligentes con algunas variaciones, pero la finalidad principal de estos es poder tener un seguimiento individualizado de cada animal, racionándole la cantidad que necesita en cada momento de forma personalizada. Normalmente son utilizados para las cerdas, y comparado con otros tipos de alimentación, hay algunos estudios que demuestran que las cerdas, aparentemente, con estos comederos, desarrollan menos comportamientos anormales y descansan más (Chapinal et al., 2005).

Ya existen algunas empresas que han desarrollado este tipo de comederos electrónicos, cada uno con alguna característica distinta. Por ejemplo, la empresa Big Dutchman y la JYGA technologies, ofrecen este tipo de comederos electrónicos (Big Dutchman Ibérica, 2023) (JYGA Technologies, 2023) para cerdas gestantes alojadas en grupos. También la empresa Exafan, ha desarrollado otro

ejemplo de comedero inteligente, destinado a optimizar el crecimiento en cerdos de cebo (Exafan, 2023).

Con esta tecnología, conseguiríamos resolver el reto del reparto mecánico de la comida y, además, el de poder disponer de datos productivos de nuestros animales. Aun así, se tendría que localizar el comedero en un establo interior y no en el aire libre. Ahora bien, será importante ver las barreras que hay para la implementación de esta tecnología a las explotaciones estudiadas.

#### ✓ **Sistemas de retirada de estiércol automáticos**

Este sistema está mucho más desarrollado y utilizado en otras producciones como vacuno de leche. Al final se trata de un circuito de limpieza, donde todo el estiércol se tiene que disponer allí, y después el mismo circuito que dispone normalmente de un raspador automático que pasa por todo el circuito para retirar todo el estiércol.

La empresa de China Cason, ha desarrollado un raspador automático para granjas de porcino (Cason, 2014a) y también un sistema automático de limpieza (Cason, 2014b) para realizar la limpieza del estiércol en granjas de porcino.

Estos sistemas serían de utilidad para afrontar el reto de limpieza y gestión de estiércoles.

#### ✓ **Empresas de gestión de datos**

Actualmente algunas empresas, están empezando a desarrollar plataformas para el control íntegro de toda la granja. De esta forma, poder tener en una misma aplicación toda la gestión de entradas de animales, pedidos de piensos y medicamentos, informes económicos entre otras cosas. Esta innovación, es una increíble solución para toda la gestión que deben hacer los ganaderos, que cada vez es más complicada para ellos.

Una de las empresas que está ofreciendo este tipo de plataforma en España, es el caso de Serprovit, una empresa de Huesca que ha desarrollado el proyecto innovador PigData (Serprovit, 2020).

### **4.2.3 Barreras para la implementación**

En el caso concreto de este presente trabajo, para las tecnologías disponibles planteadas y para posibles soluciones planteadas, hay las barreras siguientes.

- **Comportamiento animal:** los cerdos, son animales que están siempre buscando, hozando y mordiendo. Por tanto, la integridad de los sistemas a instalar debe considerar esta casuística al trabajar con porcino. Bien en sistemas que porten los propios animales o en sistemas estáticos con los que interactúen los mismos.
- **Barrera económica:** Otra de las barreras que no permiten incorporar la mayoría de estas tecnologías, es sobre todo la económica. La mayoría de estos sistemas están pensados para grandes granjas y su amortización en explotaciones de pequeño tamaño es larga.

#### 4.2.4 Posibles soluciones

En referencia a la barrera del comportamiento animal, por un lado, es responsabilidad del fabricante buscar sistemas de encapsulados resistentes, por otro lado, la ubicación de los sensores en lugares con acceso limitado puede favorecer el incremento de su vida útil.

La barrera económica, como en las explotaciones de bovino, es otra de las problemáticas que influye en explotaciones más pequeñas. La solución es que poco a poco estas tecnologías sean más asequibles para todos. O, por otro lado, que se desarrollen nuevas tecnologías más adaptadas o incluso personalizadas a explotaciones de tamaños pequeño y mediano.

Las posibles soluciones a los retos planteados que no disponen de una tecnología actualmente para solventarlo, serían los siguientes.

- Desarrollo de tecnologías para la monitorización de la salud de los animales, como por ejemplo se está desarrollando en producción intensiva para el control de la tos (Spronk et al., 2022). Esto permitiría que las granjas que no puedan llevar a cabo una desinfección completa de las instalaciones puedan disponer de un sistema de alerta temprana para posibles enfermedades, optimizando así la toma de decisiones, con lo que se conseguiría controlar mejor los periodos críticos de destete y transición.
- Desarrollo de alimentaciones más económicas mediante la utilización y aprovechamiento de subproductos. Esto permitiría, por un lado, aprovechar lo que sería un residuo y convertirlo en un alimento. Y, por otro lado, conseguir que las dietas de este tipo de explotaciones sean más económicas para el ganadero. Hay varios estudios que se han hecho aplicando subproductos a las dietas de los cerdos. Por ejemplo, añadiendo cascara de pecanas (Flores et al., 2023), incorporando tortilla de maíz y chifle (Silva, 2007), sustituyendo la cebada por pulpa de naranja (Ferrer et al., 2022) o incorporando orujo de aceituna y bagazo de cerveza (Fajardo, 2023).
- Buscar la implementación de la tecnología GPS e imágenes satelitales para el aprovechamiento de los pastos en explotaciones porcinas. Además, también sería otra forma de obtener datos de comportamiento de los animales, y añadiendo acelerómetros junto al dispositivo GPS, obtendríamos los datos de su actividad.
- Desarrollo de una valla virtual para los cerdos en extensivo y para evitar la fauna salvaje. Esto permitiría, además del control de los propios animales de la granja, evitar contactos con los animales externos. Es un ejemplo el caso de una empresa que ha desarrollado Faunatek (Faunatek, 2016). En este caso está pensado para evitar accidentes en las carreteras, así que solo se activa con la luz de los coches. Conseguir esta tecnología aplicada a los cerdos en extensivo sería una posible solución a retos como el de control de fauna salvaje.

## 5. Conclusiones

Se han identificado las dificultades y problemas que presentan explotaciones en extensivo de vacuno y de porcino comerciales con diferentes orientaciones productivas, objetivos y condicionantes. Se han determinado retos comunes entre las diferentes explotaciones, dentro de la misma especie, además de problemas específicos de cada sistema de manejo.

A través de un análisis exhaustivo de los problemas y una revisión de las tecnologías disponibles en el ámbito de la ganadería de precisión, se han hallado alternativas que permitirían afrontar la mayor parte de los retos planteados. Se han analizado también las barreras que había a la hora de implementar estas tecnologías. Es importante resaltar que tanto para las explotaciones de porcino como para las de bovino, la barrera principal para la implementación de estas tecnologías en sistemas de producción en extensivo es la económica. Esto hace que, en estas explotaciones, en muchos casos ya ni se plantean el uso de tecnologías. Es imprescindible, pues, atajar esta brecha económica para la implementación de las tecnologías en este tipo de sistemas.

También se han identificado alternativas para afrontar los retos desde un punto de vista más teórico sin disponibilidad comercial actualmente. Este tipo de medidas requieren de un mayor estudio, pero son prometedoras para el futuro del sector.

Así pues, queda de manifiesto que existen retos en las explotaciones extensivas o semi extensivas analizadas que podrían abordarse con la implementación de técnicas de ganadería de precisión. Es importante identificar adecuadamente los problemas en cada situación para poder establecer el tipo de tecnología más apropiado para cada caso. Es decir, aunque los sistemas de producción de varias explotaciones sean similares, cada explotación es única y le preocupan o quiere afrontar retos distintos. Es por eso que sería una gran ayuda, que las pequeñas explotaciones pudieran tener un asesoramiento individualizado para poder digitalizar o buscar soluciones óptimas a su explotación buscando siempre el beneficio para el ganadero.

## 6. Referencias Bibliográficas

- AQUILANI, C., CONFESSORE, A., BOZZI, R., SIRTORI, F., & PUGLIESE, C. (2021). *Review: Precision livestock farming technologies in pasture-based livestock systems. Animal*. 16 (1), 100429. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>
- BAHLO, C., DAHLHAUS, P., THOMPSON, H., & TROTTER, M. (2019). *The role of interoperable data standards in precision livestock farming in extensive livestock systems: A review. Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 459-466. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.12.007>
- BATURA FULLY MOBILE. (2023). *Internet de las Cosas aplicado al sector agrario y a la ganadería*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://baturamobile.com/blog/iot-sector-agrario-ganadero/>
- BENOIT, M., & MOTTET, A. (2023). *Energy scarcity and rising cost: Towards a paradigm shift for livestock. Agricultural Systems*, 205, 103585. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2022.103585>
- BIG DUTCHMAN IBÉRICA. (2023). *Sistema de alimentación CallBackpro: la alimentación a demanda se junta con la jaula de autobloqueo*. Visto el 5 de Julio del 2023, <https://www.interempresas.net/Ganadero/FeriaVirtual/Producto-Sistema-de-alimentacion-CallBackpro-184638.html>
- CASON. (2014a). *Raspador de limpieza*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://es.casonmetalproducts.com/flat-piggery-cleaning-scraper.html>
- CASON. (2014b). *Sistema automático de limpieza fecal*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://es.casonmetalproducts.com/automatic-fecal-cleaning-system.html>
- CHAPINAL, N., BAUCCELLS, J. L., GASA, M. D., & MANTECA, J. (2005). *Efecto del sistema de alojamiento y alimentación sobre el bienestar y la productividad en cerdas gestantes, 3. Serie: Informativo porcino*. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2005/comunicaciones/2005\\_SGEG\\_53.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/jornadas/2005/comunicaciones/2005_SGEG_53.pdf)
- COPERNICUS OPEN ACCESS HUB. (2014). *Open Access Hub*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://scihub.copernicus.eu/>
- DACC. (2023). *Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://agricultura.gencat.cat/ca/inici>
- DAVIS, K. F., & D'ODORICO, P. (2015). *Livestock intensification and the influence of dietary change: A calorie-based assessment of competition for crop production. Science of The Total Environment*, 538, 817-823. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2015.08.126>
- DE DELÀS MARTÍ, P., & VILA CAMPS, L. (2005). *Producció porcina ecològica. Porcieco. Unió de Pagesos*, 24.
- DE-MERCADO, E., VÁZQUEZ-MOSQUERA, J. M., FERNÁNDEZ-NOVO, A., PESÁNTEZ-PACHECO, J. L., MARTÍNEZ, D., PÉREZ-GARNELO, S. S., VILLAGRÁ, J. C., GARDÓN, J. C., SEBASTIÁN, F., & ASTIZ, S. (2021). *Crecimiento y características metabólicas diferenciadas de bovinos de razas con alto engrasamiento en un sistema de*

*producción español. In XIX Jornadas sobre Producción Animal (pp. 83-83). Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario.*  
<https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8224>

- DEVESA, M. N., & ALONSO, N. (2017). *Angus del Principado, todo un referente de alta genética de Aberdeen Angus en España. Periódico agroganadero del principado: El Campo de Asturias.* <https://elcampodeasturias.es/2017/12/09/angus-del-principado-todo-un-referente-de-alta-genetica-de-aberdeen-angus-en-espana/>
- DIGITANIMAL. (2016a). *Localizador GPS para ganado.* Visto el 1 de Julio del 2023, <https://digitanimal.com/>
- DIGITANIMAL. (2016b). *Digitanimal EVO, el nuevo dispositivo GPS para ganado.* Visto el 1 de Julio del 2023, <https://digitanimal.com/2022/04/04/digitanimal-evo-el-nuevo-dispositivo-gps-para-ganado/>
- DIGITANIMAL. (2016c). *Báscula para ganado.* Visto el 1 de Julio del 2023, <https://digitanimal.com/bascula-para-ganado/>
- EXAFAN. (2023). *Sistema de optimización de crecimiento porcino de XCALIBUR.* Visto el 5 de Julio del 2023, <https://exafan.com/sistema-de-optimizacion-de-crecimiento-porcino-de-exafan-xcalibur>
- FAJARDO, B. (2023). *Incorporación de subproductos orujo de aceituna y bagazo de cerveza en el pienso de cerdos de cebo: efecto sobre la ingestión, rendimiento productivo y emisiones de gases (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).*  
<https://riunet.upv.es/handle/10251/191045>
- FALLAS, J. (2002). *SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.* Visto el 5 de Julio del 2023, <https://www.af.mil/news/>
- FAUNATEK. (2016). *Cercado Virtual.* Visto el 1 de Julio del 2023, <https://faunatek.com/cercado-virtual/>
- FERRER, P., CALVET, S., GARCÍA-REBOLLAR, P., JIMÉNEZ-BELENGUER, A. I., HERNÁNDEZ, P., PIQUER, O., & CERISUELO, A. (2022). *The impact of replacing barley by dehydrated orange pulp in finishing pig diets on performance, carcass quality, and gaseous emissions from slurry.* *animal*, 16(11), 100659.  
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100659>
- FLORES, E. S., FLORES, L. R. G., GONZALEZ-ESCOBEDO, R., ROSAS, Y. P., MALDONADO, J. G., LUNA, G. C., & CARRASCO, L. B. (2023). *Influencia de la inclusión de subproductos de la cáscara de pecanas en la dieta de cerdos: rendimiento, características de la canal y peso de órganos viscerales.* *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 31(1), 135-139.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9029421&info=resumen&idioma=ENG>
- GEBREYESUS, G., MILKEVYCH, V., LASSEN, J., & SAHANA, G. (2023). *Supervised learning techniques for dairy cattle body weight prediction from 3D digital images.* *Frontiers in Genetics*, 13, 947176. <https://doi.org/10.3389/FGENE.2022.947176/BIBTEX>
- GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA. (2023). *Pastures from Space™ - FOO and PGR for agricultural properties in WA | Agriculture and Food.* Visto el 15 de Julio del 2023,



<https://www.agric.wa.gov.au/pastures-from-space-wa>

- GREIG, J., CAVASOS, K., BOYER, C., & SCHEXNAYDER, S. (2023). *Diffusion of innovation, internet access, and adoption barriers for precision livestock farming among beef producers. Advancements in Agricultural Development*, 4(3), 103–116. <https://doi.org/https://doi.org/10.37433/aad.v4i3.329>
- HERNÁNDEZ, C. G., ESCRIBANO, J. A., & TARQUIS, A. M. (2014). *Comparación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada obtenido a diferentes escalas en pastos de Dehesa. En: "53ª Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos", 09/06/2014-12/06/2104, Potes, Cantabria. ISBN 978-84-697-0561-2. pp. 121-128.* <https://oa.upm.es/37488/>
- INNOGANDO. (2020). *Rumi - Monitorización GPS para ganado vacuno*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://innogando.com/rumi/>
- IXORIGUE. (2019). *Collares GPS para monitorización de ganado*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://ixorigue.com/>
- JYGA TECHNOLOGIES. (2023). *Sistema de Alimentación para Cerdas Gestantes*. Visto el 5 de Julio del 2023, <https://jygatech.com/es/productos/gestacion/>
- KRAAL. (2023). *Intelligent GPS ear tags to track livestock*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://kraal.farm/>
- LA LLAVORA. (2016). *Porc ecològic nascut, criat i elaborat a l'Empordà*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://llavora.cat/>
- LARRAZABAL, M. (2019). *Tecnología Agrícola y Agricultura digital. Agtech. España y América Latina. Agro Marketing Bialar Blog*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://www.bialarblog.com/tecnologia-agricola-agtech-agricultura/>
- MARKETS & MARKETS. (2023). *Precision Livestock Farming market Size, Share, Industry Report, Revenue Trends and Growth Drivers*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/precision-livestock-farming-market-29706557.html>
- MAS COROMINAS. (2017). *Gust de Garrotxa*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://www.gustdegarrotxa.com/sobre-nosaltres/>
- MAS LA SALA. (2020). *Cooperativa Mas La Sala*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://www.maslasala.org/>
- MOOCALL. (2015). *Calving Sensor*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://www.moocall.com/calving/#>
- MOOVEMENT. (2019). *GPS ear tags for cattle tracking*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://www.moovement.com.au/>
- NOFENCE. (2019). *Nofence*. Visto el 1 de Julio del 2023, <https://www.nofence.no/es/>
- ODINTSOV, M., LEVIT, H., CHINCARINI, M., FUSARO, I., GIAMMARCO, M., & VIGNOLA, G. (2021). *Review: Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming. Animal*, 15(3), 100143. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2020.100143>

- SERPROVIT. (2020). *Pigdata*. Visto el 15 de Junio del 2023, <https://pigdata.serprovit.com/>
- SILVA MIRAGLIA, D. I. (2007). *Evaluación de dos niveles de subproductos de tortilla de maíz y chifles como alternativas de fuente de energía alimenticia en dietas en la fase de crecimiento y acabado de cerdos confinados*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13334>
- SPRONK A, & POLSON D, P. S. (2022). *Field application of cough monitor technology: A swine practitioner's perspective – SoundTalks*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://www.soundtalks.com/es/paper/field-application-of-cough-monitor-technology-a-swine-practitioners-perspective/>
- STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M., & de HAAN, C. (2009). *La larga sombra del ganado: Problemas ambientales y opciones*. Rome : FAO, 489 p. <https://agritrop.cirad.fr/553605/>
- TZANIDAKIS, C., TZAMALOUKAS, O., SIMITZIS, P., & PANAGAKIS, P. (2023). *Precision Livestock Farming Applications (PLF) for Grazing Animals*. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020288>
- URIVELARREA, P., & LINARES, L. (2020). *Propuesta de caracterización de la ganadería extensiva. Aproximación a la diferenciación del grado de extensividad*. WWF España, *Trashumancia y Naturaleza, Sociedad Española de Pastos y Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo*.
- VENTUM INNOVACIÓN. (2017a). *Detector de agua en bebederos*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://ventumidc.es/product/detector-de-agua-en-bebedero/>
- VENTUM INNOVACIÓN. (2017b). *Sensor de depósitos de agua*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://ventumidc.es/product/sensor-de-depositos-de-agua/>
- VENTUM INNOVACIÓN. (2023). *Controlar los pastos por satélite para aumentar la rentabilidad de las explotaciones ganaderas*. Visto el 15 de Julio del 2023, <https://ventumidc.es/2022/04/07/gesterrit-control-pastos-satelite/>
- WATERHOUSE, A. (2019). *PLF technology and real-time monitoring should improve welfare in extensive systems, but does it change the duty of care and require modification of welfare guidelines for livestock keepers?. In Proceedings of the European Conference in Precision Livestock Farming (pp. 26-29)*.
- ZABALZA, S., LINARES, A., NAVARRO, A., URIVELARREA, P., & Astrain, C. (2021). *Propuesta de Bases Técnicas para una Estrategia Estatal de Ganadería Extensiva*. WWF España, *Trashumancia y Naturaleza, Sociedad Española de Pastos y Plataforma por la Ganadería Extensiva y el Pastoralismo*. Pamplona, 152 págs. 145.

## **7. Anexos**

### **7.1 ANEXO A: Cuestionario visitas**

A continuación, podemos observar el ejemplo de guía de preguntas que se realizaba de forma aproximada a cada una de las explotaciones visitadas.

#### **VISITA TFM EXPLOTACIÓN XXX**

- 1. CARACTERIZTICAS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN:**
  - a. NOMBRE:
  - b. UBICACIÓN:
  - c. TIPO DE EXPLOTACIÓN (intensiva/extensiva, convencional/ecològica...):
  - d. DESCRIPCIÓ GENERAL:
  
- 2. ANIMALES:**
  - a. RAZA:
  - b. CABEZAS DE GANADO:
  - c. OTRAS CARACTERÍSTICAS:
  
- 3. ALIMENTACIÓN:**
  
- 4. MANEJO:**
  - a. EDAD SACRIFICIO:
  - b. ALTRES CARACTERÍSTIQUES:
  
- 5. CONTROL SANITARIO Y BIENESTAR ANIMAL:**
  
- 6. BIOSEGURIDAD:**
  
- 7. REPRODUCCIÓN:**
  
- 8. IDENTIFICACIÓN:**
  
- 9. TAREAS DIARIAS:**
  
- 10. TAREAS PUNTUALES:**
  
- 11. OTROS ASPECTOS LABORIOSOS:**

## 7.2 ANEXO B: Relación del Trabajo Final de Máster con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	ALTO	MEDIO	BAJO	NO PROCEDE
<b>ODS 1. Fin de la pobreza.</b>				X
<b>ODS 2. Hambre cero.</b>			X	
<b>ODS 3. Salud y bienestar.</b>			X	
<b>ODS 4. Educación de calidad.</b>				X
<b>ODS 5. Igualdad de género.</b>				X
<b>ODS 6. Agua limpia y saneamiento.</b>			X	
<b>ODS 7. Energía asequible y no contaminante.</b>			X	
<b>ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.</b>	X			
<b>ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.</b>			X	
<b>ODS 10. Reducción de las desigualdades.</b>		X		
<b>ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.</b>		X		
<b>ODS 12. Producción y consumo responsables.</b>		X		
<b>ODS 13. Acción por el clima.</b>				X
<b>ODS 14. Vida submarina.</b>				X
<b>ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.</b>		X		
<b>ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.</b>				X
<b>ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.</b>				X