

Informe de Vigilancia Tecnológica

Soluciones de automatización del ordeño ovino

Área tecnológica: Identificación y análisis de tecnologías innovadoras para la automatización del ordeño ovino, incluyendo soluciones robóticas, sistemas de apoyo digital y métodos de monitorización orientados a reducir la intervención humana y mejorar la eficiencia del proceso

Índice

1. Resumen ejecutivo	4
1.1. Análisis de publicaciones científicas	6
1.2. Análisis de proyectos	6
1.3. Análisis de patentes.....	7
2. Antecedentes y contexto.....	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Contexto.....	8
2.2.1. Descripción.....	8
3. Objetivo del informe.....	11
4. Metodología de búsqueda	12
5. Características generales de la necesidad	13
5.1. Necesidad no cubierta.....	13
5.2. Principales barreras y puntos críticos al desarrollo tecnológico.....	14
5.2.1. BARRERAS OPERATIVAS	14
5.2.2. BARRERAS TECNOLÓGICAS.....	15
5.3. Características de las soluciones buscadas	15
5.3.1. Objetivos y características específicas	15
6. Resultados del ejercicio de vigilancia tecnológica (tendencias) 17	
6.1. Resultados del análisis de publicaciones científicas	17
6.2. Resultados del análisis de proyectos	19
6.3. Resultados del análisis de patentes y marcas	20
7. Conclusiones.....	23
8. Bibliografía	24
8.1. Registros de publicaciones científicas	24
8.2. Registros de proyectos	24
8.3. Registros de patentes.....	24
9. Fuentes consultadas	26

10. Anexos	27
1.1. Publicaciones científicas.....	27
10.2. Proyectos destacados	34
10.3. Patentes destacadas.....	38
10.4 Otros (legislación, normativas y certificaciones aplicables a las tecnologías en cuestión especialmente relevantes o limitantes).....	46
11. Índice de figuras	47
12. Índice de tablas	48

1. Resumen ejecutivo

“Este informe de vigilancia tecnológica se elabora con el objeto de validar el carácter innovador del proyecto **ARISTECH**, promovido por el ITACyL, orientado al desarrollo de **soluciones de automatización del ordeño ovino**. El proyecto persigue reducir de forma drástica la necesidad de mano de obra en sala (objetivo de máximo una persona por sala, independientemente de su tamaño), manteniendo el tiempo total de ordeño dentro de márgenes aceptables (no más del 50 % sobre la situación actual) y garantizando al mismo tiempo el bienestar animal, la calidad de la leche y la sostenibilidad económica de las granjas.”

El proyecto articula varios retos tecnológicos interrelacionados, centrados en la transformación del ordeño ovino hacia un modelo más automatizado, eficiente y orientado a la ganadería de precisión:

- **Automatizar las rutinas críticas de ordeño** en sistemas por lotes, incluyendo la colocación y retirada de pezoneras, la limpieza y sellado de ubres, reduciendo la intervención humana directa.
- **Incorporar tecnologías de ganadería de precisión y digitalización** para la monitorización individual de producción, salud de la ubre y bienestar, integrando sensores, plataformas de datos y herramientas de ayuda a la decisión.
- **Transferir y adaptar tecnologías** procedentes del vacuno lechero y de otros sectores potencialmente adaptables (robots de ordeño, brazos robóticos, visión 3D, algoritmos de conexión de pezoneras, analítica avanzada de datos) al contexto específico del ordeño ovino en sala por lotes.

Como objetivo funcional transversal, la iniciativa ARISTECH busca **mejorar de forma simultánea la eficiencia de la mano de obra, el bienestar de las ovejas**, liberando tiempo del ganadero para tareas de mayor valor añadido, disminuyendo la variabilidad entre turnos y reduciendo la penosidad y el esfuerzo físico asociadas al ordeño manual.

Palabras clave: Sheep robotic milking system, sheep milking robot, sheep robot milking parlour, sheep robot milking facility, sheep batch milking system, sheep, ewe, milking machine, milk yield, milking machine settings (vacuum level, pulsation rate, pulsation ratio, liner design, teat cup, batch milking), udder and teat morphology (udder depth, teat angle, cistern height, teat position, udder health), milking routine (cluster removal, machine stripping, automatic cluster removal, overmilking, milking interval), animal factors (milkability, adaptation, temperament, stress, lactation stage), milk quality (somatic cell count - SCC-, mastitis, disinfection, hygiene), milk recording, flock management

El informe incluye un análisis estructurado de **publicaciones científicas, proyectos nacionales e internacionales y patentes** relacionadas con la automatización del ordeño y la ganadería de precisión en pequeños rumiantes, así como con los sistemas de ordeño automático en vacuno que pueden servir de referencia. Se revisan trabajos sobre diseño y regulación de máquinas de ordeño para ovejas y cabras, efectos de las prácticas de ordeño mecánico sobre la salud de la ubre y el bienestar animal, optimización en laboratorio de parámetros de máquina, impacto de la prestimulación automática, relación entre morfología de la ubre y facilidad de ordeño, y estudios sobre automatización y bienestar del ganadero en explotaciones con sistemas de ordeño automáticos. Paralelamente, se analizan proyectos como **Sm@RT, dAlry 4.0 y GO_AMSOS 360**, que aportan experiencias en ganadería de precisión, digitalización, selección genética adaptada a ordeño automatizado y uso de inteligencia artificial en sistemas automáticos de ordeño y alimentación.

En el ámbito de la propiedad industrial, se han identificado patentes clave que cubren desde **plataformas rotativas específicas para ovejas y cabras**, dispositivos de ordeño automático portátiles y soluciones de sala simplificadas, hasta **robots de ordeño avanzados** con brazos de rigidez adaptable, detectores ópticos y 3D de pezones, algoritmos probabilísticos de localización de pezones y estrategias de control adaptativo

del brazo según la posición de las pezoneras y el comportamiento del animal. Estas tecnologías demuestran que la robotización del ordeño es una realidad consolidada en vacuno y emergente en pequeños rumiantes, pero también ponen de manifiesto que la mayoría de los desarrollos se ha diseñado para vacas y para sistemas de acceso voluntario, no para salas de ordeño de ganado ovino.

Ninguna de las iniciativas analizadas integra de manera completa los elementos que plantea ARISTECH, cuyo carácter diferenciador reside en:

- **El foco específico en ordeño ovino en salas por lotes**, considerando la morfología de la ubre ovina, el comportamiento altamente gregario del rebaño.
- **La combinación de automatización de rutinas en sala (colocación y retirada de pezoneras, tratamientos pre y post ordeño)** con la incorporación sistemática de sensores de vacío, flujo, orientados a reducir la intervención humana sin perder control del proceso.
- **La integración de tecnologías de ganadería de precisión y herramientas digitales de apoyo a la decisión**, inspiradas en proyectos como Sm@RT, dAlry 4.0 o GO_AMSOS 360, pero aplicadas específicamente al reto de organizar el trabajo en sala, detectar precozmente problemas de ubre y optimizar la eficiencia por persona y por sala.
- **La orientación a la transferencia y replicabilidad en granjas comerciales ovinas**, partiendo de la realidad tecnológica actual del sector, con el objetivo de evaluar soluciones tecnológicas disponibles en el mercado en las granjas de ovino.

En conjunto, el análisis del estado del arte confirma que, aunque existen numerosos componentes tecnológicos relevantes, desde mejoras de máquina de ordeño y pezoneras específicas hasta robots de ordeño altamente sofisticados y plataformas de datos avanzadas, **no se ha abordado de forma integral el desarrollo de una solución de automatización del ordeño ovino** que reúna todos los requisitos planteados en la consulta preliminar al mercado: reducción de mano de obra, mantenimiento y/u optimización del tiempo total de ordeño, bienestar animal, monitorización de la salud de la ubre y compatibilidad con las condiciones reales de las granjas de ovino lechero. ARISTECH se posiciona, así como una propuesta innovadora y necesaria para cubrir esta brecha tecnológica y avanzar hacia un modelo de ordeño más automatizado, eficiente y sostenible.

1.1. Análisis de publicaciones científicas

Tabla 1. Resumen de resultados_Publicaciones Científicas

Base de datos/Herramienta utilizada: SCOPUS/Búsqueda directa	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
<p>Resumen de resultados obtenidos:</p> <p>Las publicaciones revisadas se centran principalmente en la optimización técnica del ordeño en ovino y caprino, analizando parámetros como el nivel de vacío, la pulsación, el diseño de las pezoneras y la configuración de las líneas de leche. Estos estudios demuestran que ajustes específicos para pequeños rumiantes permiten mejorar la eficiencia del ordeño, reducir el tiempo de extracción y disminuir problemas como la hiperqueratosis o las fluctuaciones de vacío.</p> <p>Un segundo grupo de trabajos aborda la relación entre las prácticas de ordeño, el comportamiento animal y la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Se demuestra que factores como la estabilidad del vacío, la forma de conectar/desconectar las pezoneras y las características de las instalaciones influyen directamente en el estrés del animal, el riesgo de mastitis y la facilidad del ordeño. También se analizan la morfología de la ubre y la variabilidad entre razas, subrayando la necesidad de soluciones adaptadas al ovino y caprino y no simplemente transferidas del vacuno.</p> <p>Por último, varias publicaciones tratan sobre automatización y digitalización del ordeño, principalmente basadas en el vacuno. Aunque existen componentes tecnológicos avanzados (sensores de flujo, retirada automática, control electrónico), la literatura confirma que no existe un sistema integral completamente automatizado diseñado específicamente para pequeños rumiantes. Los estudios coinciden en que la integración completa de estas tecnologías constituye un vacío tecnológico que justifica el desarrollo del sistema propuesto.</p>	<p>Número de publicaciones destacadas: 8</p>

1.2. Análisis de proyectos

Tabla 2. Resumen de resultados_Proyectos

Base de datos/Herramienta utilizada: CORDIS/Búsqueda directa	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
<p>Resumen de resultados obtenidos:</p> <p>Los proyectos analizados muestran un avance significativo hacia la digitalización y automatización del ordeño y manejo de pequeños rumiantes, integrando sensores, plataformas de datos y soluciones basadas en inteligencia artificial. Estas iniciativas buscan optimizar la eficiencia de las rutinas de ordeño, mejorar el bienestar animal y facilitar la toma de decisiones basada en datos, sentando las bases para sistemas semiautomatizados adaptados a ovejas y cabras. Las tecnologías revisadas permiten la monitorización individualizada de los animales, el seguimiento de producción, salud y comportamiento, y la gestión inteligente de lotes, favoreciendo</p>	<p>Número de proyectos destacados: 5</p>

la planificación y la estandarización de prácticas en explotaciones de distinto tamaño.

Paralelamente, se incorporan herramientas avanzadas de análisis y control basadas en datos y algoritmos predictivos, incluyendo la gestión integral de la información de producción, salud y genética. Estas soluciones facilitan la automatización de tareas críticas, como la medición de parámetros de leche y la detección temprana de incidencias, contribuyendo a la eficiencia operativa y sostenibilidad de las explotaciones. En conjunto, las iniciativas evidencian que el sector ovino y caprino está preparado para avanzar hacia sistemas de ordeño más tecnificados, seguros y sostenibles, que combinan monitorización inteligente, automatización parcial y toma de decisiones basada en datos.

1.3. Análisis de patentes

Tabla 3. Resumen de resultados_Patentes

Base de datos/Herramienta utilizada: ESPACENET, INVENES, GOOGLE PATENTS	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
<p>Resumen de resultados obtenidos</p> <p>Las patentes analizadas reúnen un conjunto de tecnologías clave para avanzar hacia la automatización del ordeño en pequeños rumiantes, combinando robótica, visión artificial y sistemas inteligentes de control. Se observan desarrollos centrados en brazos robotizados capaces de colocar las pezoneras de forma autónoma, con mecanismos de rigidez ajustable y trayectorias adaptativas que mejoran la seguridad y la precisión durante la colocación de pezoneras, especialmente útiles en animales con mayor variabilidad morfológica o movimientos bruscos.</p> <p>Un segundo bloque relevante lo conforman las patentes basadas en sensores y visión avanzada, incluyendo cámaras 3D, dispositivos ópticos protegidos contra humedad y sensores para localizar pezones con mayor exactitud. Junto a ellos, aparecen soluciones que integran módulos automáticos de ordeño con identificación individual, medición continua del flujo de leche, retirada automática de pezoneras y sistemas automáticos de limpieza y sellado, conformando una arquitectura de ordeño más autónoma y estable.</p> <p>Finalmente, destacan varias patentes específicas para ovejas y cabras, que incorporan plataformas rotativas adaptadas, unidades compactas de ordeño automático y pezoneras diseñadas para la anatomía de pequeños rumiantes.</p>	<p>Número de patentes destacadas: 10</p>

2. Antecedentes y contexto

2.1. Antecedentes

La automatización del ordeño está viviendo una transformación profunda impulsada por la necesidad de reducir la dependencia de mano de obra, mejorar la eficiencia en sala y garantizar el bienestar animal. Aunque estas tecnologías han alcanzado un alto grado de madurez en el sector vacuno, su adaptación al ovino avanza de forma más reciente debido a desafíos propios de la especie, como la morfología de la ubre, que es menos uniforme que en la vaca y el comportamiento gregario. Aun así, en los últimos años han surgido soluciones específicas, como los separadores automáticos de pezoneras, y se ha intensificado el interés de empresas, centros tecnológicos y fabricantes por desarrollar sistemas más automatizados para ovejas y cabras.

En el ámbito internacional, empresas líderes del ordeño robotizado como DeLaval, GEA, Lely o BouMatic han desarrollado tecnologías avanzadas basadas en brazos robóticos para la colocación automática de pezoneras, cámaras 3D, sensores, visión artificial resistente a humedad y módulos automáticos de limpieza y sellado. Aunque estas soluciones están orientadas principalmente al vacuno, constituyen una base tecnológica sólida para su futura adaptación al ovino, y varios de estos fabricantes ya realizan ensayos preliminares o han mostrado interés en explorar versiones adecuadas para pequeños rumiantes. A ello se suman soluciones emergentes como miRobot, que automatiza salas convencionales mediante brazos multipuesto, o las directrices de automatización desarrolladas en proyectos como Milking Edge, que aportan aprendizajes valiosos sobre adopción y rendimiento de sistemas robotizados en entornos reales.

Junto a estos desarrollos de gran escala, empiezan a consolidarse soluciones específicas para ovino y caprino. Empresas como Greenoak, Delmer, Norwell Dairy Systems o Waikato han diseñado salas rotativas automatizadas, pezoneras adaptadas a pequeños rumiantes, sistemas de retirada automática de los conjuntos, sensores de flujo diseñados para producciones menores y módulos compactos que integran identificación electrónica y registro automático de producción. Algunas de estas soluciones permiten que un solo operario gestione grandes lotes de cabras u ovejas, demostrando el potencial de la automatización parcial mientras se avanza hacia modelos más autónomos. En paralelo, varios centros tecnológicos europeos trabajan en sistemas de monitorización individual, plataformas digitales de gestión del rebaño, visión artificial para detectar pezones y dispositivos de prestimulación automática, constituyendo una base de conocimiento esencial para el rediseño de la sala de ordeño ovina.

En conjunto, el panorama actual refleja un ecosistema tecnológico en evolución, con grandes fabricantes impulsando la robotización completa, empresas especializadas desarrollando equipos adaptados a pequeños rumiantes y centros de investigación experimentando con sensores avanzados, nuevas pezoneras y algoritmos de visión artificial. Estas tendencias confirman que la automatización del ordeño ovino no solo es viable, sino que representa un paso natural dentro de la modernización del sector, especialmente en un contexto marcado por la escasez de mano de obra y la necesidad de operar salas más eficientes, seguras y capaces de ofrecer información detallada de cada animal.

2.2. Contexto

2.2.1. Descripción

El proyecto **ARISTECH** se enmarca en el compromiso de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, a través del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL) por impulsar la

modernización, digitalización y sostenibilidad del sector ovino lechero, un ámbito estratégico para la región que concentra más de la mitad de la producción nacional de leche de oveja. El sector enfrenta una combinación de retos estructurales, escasez de mano de obra, dificultades para el relevo generacional, reducción progresiva del número de explotaciones, que exige la adopción de soluciones tecnológicas capaces de mejorar la eficiencia operativa y garantizar la continuidad de las granjas.

En este contexto, el ITACyL lanza una **Consulta Preliminar al Mercado** con el objetivo de explorar soluciones de *automación del ordeño ovino*, orientadas a minimizar la intervención humana en la sala (máximo una persona), optimizando los tiempos y recursos dedicados al ordeño. La entidad busca tecnologías innovadoras que permitan rediseñar la rutina de ordeño, incorporando brazos robóticos o mecanismos automáticos de colocación de pezoneras, sistemas de apoyo a la limpieza y sellado de la ubre, sensores avanzados, monitorización individualizada y plataformas de supervisión digital del conjunto del proceso.

El proyecto **ARISTECH** persigue tres objetivos principales:

- En primer lugar, **definir y validar soluciones tecnológicas para automatizar las tareas críticas del ordeño**, como la identificación del animal, la colocación y retirada de las pezoneras, la limpieza pre-ordeño, el sellado posterior y la detección de incidencias relacionadas con la ubre. Se aspira a integrar técnicas de visión artificial, sensores 3D, algoritmos de reconocimiento anatómico y mecanismos robóticos adaptados a la morfología ovina, garantizando al mismo tiempo la suavidad del proceso y la estabilidad del flujo de trabajo.
- En segundo lugar, el proyecto se orienta a **mejorar la eficiencia de la mano de obra y optimizar la gestión del rebaño**, incorporando tecnologías de ganadería de precisión como collares o identificadores electrónicos, sensores de actividad y producción, módulos de medición en línea y sistemas de alerta temprana para mastitis e incorporación de sistemas de alerta de incidencias, que avisen de el no ordeño de un animal, u ordeños incompletos. Estas herramientas permitirán ayudar la toma de decisiones, reducir la variabilidad asociada a la intervención humana y disponer de información fiable sobre cada animal en tiempo real.
- En tercer lugar, ARISTECH contempla la **integración de una arquitectura digital de supervisión y análisis**, capaz de recoger los datos generados por la sala, consolidarlos en una plataforma unificada y ofrecer indicadores de eficiencia, bienestar animal y calidad higiénico-sanitaria del proceso. Esta plataforma deberá facilitar el seguimiento del rebaño, la planificación de trabajos, la monitorización de tiempos de ordeño y la detección de desviaciones operativas.

Con el fin de garantizar la viabilidad operativa del sistema, la futura solución deberá contemplar varios requisitos técnicos:

- Compatibilidad con salas de ordeño de diferentes tamaños y configuraciones
- Automatización o semi-automatización de las fases clave de la rutina
- Reducción efectiva de la carga de trabajo del operario
- Mantenimiento de los niveles de calidad de leche y bienestar animal
- Integración con equipamiento existente y facilidad de limpieza y desinfección

Asimismo, la iniciativa se alinea con los avances observados en el mercado internacional, donde empresas como GEA, DeLaval, Lely, miRobot o Waikato trabajan en soluciones robotizadas, cámaras 3D, módulos automáticos de ordeño y plataformas digitales de gestión. Aunque estas tecnologías se han desarrollado principalmente para vacuno, su evolución reciente muestra un potencial creciente para su adaptación al ovino.

La solución tecnológica que se plantea deberá ofrecer una respuesta sólida a los retos propios del ordeño ovino: variabilidad anatómica de la ubre, ritmo de ordeño en lotes, necesidad de minimizar el estrés del animal, tiempos de conexión reducidos y gestión operativa eficiente. Además, deberá ser **modular, escalable, de bajo impacto en las instalaciones actuales y fácilmente replicable** en explotaciones de distinto tamaño, contribuyendo a avanzar hacia un modelo de producción más tecnificado, sostenible y atractivo para nuevas generaciones de ganaderos.

3. Objetivo del informe

El objetivo general del informe es el análisis y estudio de la situación actual de las tecnologías propuestas para dar respuesta a las necesidades planteadas por el ITACyL en el proceso de Compra Pública de Innovación. Para ello se analizarán y evaluarán las tecnologías emergentes y soluciones innovadoras vinculadas a la automatización del ordeño ovino, con especial atención a su aplicabilidad y proyección en el ámbito español.

A través de este trabajo se busca proporcionar una visión técnica y estratégica del estado actual de las tecnologías de ordeño mecánico y automatizado en ovino y caprino, identificando desarrollos recientes, casos de aplicación, enfoques piloto y propuestas en curso que puedan marcar tendencia en la transformación de las explotaciones hacia modelos de operación más eficientes, sostenibles, digitalizados y centrados en el bienestar animal.

El análisis se fundamenta en una **revisión cualitativa y cuantitativa de publicaciones científicas, proyectos de I+D+i, propuestas tecnológicas y experiencias reales**, prestando especial atención a aquellas soluciones que incorporan enfoques modulares, escalables y replicables.

Los resultados que se obtienen al realizar la vigilancia tecnológica son los siguientes:

- **Anticipar:** detectar las tendencias y la información estratégica de una manera temprana para adelantarse a los cambios del entorno
- **Minimizar:** reducir los riesgos tecnológicos vinculados a la innovación mediante la detección temprana de cambios y amenazas del sector
- **Comparar:** contrastar los aspectos de la tecnología con los antecedentes
- **Colaborar y cooperar:** detectar oportunidades de colaboración con socios estratégicos
- **Innovar:** localizar ideas de mejora para la tecnología

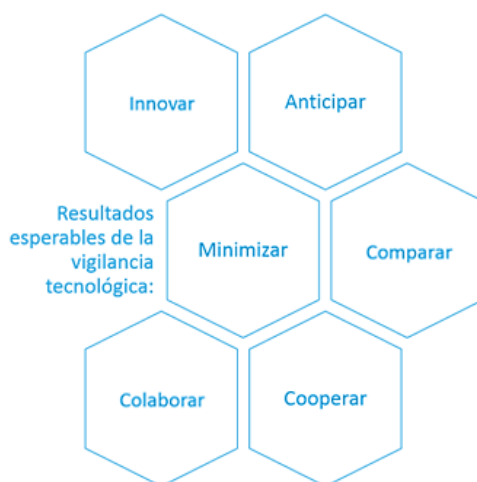


Figura 1. Resultados de la vigilancia tecnológica. Fuente: #MoocVT

Área de estudio: Automatización del ordeño ovino, soluciones robóticas, sistemas de apoyo digital y métodos de monitorización orientados a reducir la intervención humana y mejorar la eficiencia del proceso.

4. Metodología de búsqueda

La metodología de búsqueda queda dividida en las siguientes fases:

En la **primera fase** se define exactamente la tecnología en cuestión, junto con su campo de aplicación y la identificación de los factores críticos. Esta tarea se realiza en conjunto con los técnicos responsables de las áreas implicadas en la ejecución del Informe de Vigilancia Tecnológica.

Se realiza un primer estudio de los puntos clave del informe y un análisis inicial de la información proporcionada; junto con esto, se lleva a cabo un análisis del estado del arte general de las soluciones desarrolladas y ejecutadas en el área de la tecnología en cuestión. Para ello, se emplea la herramienta [Orbit Insight](#) que permite analizar la evolución histórica de la innovación en el campo de búsqueda introducido y ofrece un análisis de los principales registros localizados mediante la búsqueda algorítmica por palabras clave en el marco de la innovación.

La **segunda fase** toma en consideración las líneas y los puntos focales propuestos en el análisis inicial, ampliándolo mediante tres búsquedas con mayor nivel de profundidad. Las búsquedas están basadas en el estudio de los siguientes registros:

- Publicaciones científicas
- Proyectos
- Patentes

La **tercera fase** consiste en el análisis por parte de los técnicos responsables de las áreas implicadas y, en caso necesario, se llevará a cabo una redefinición de alguno de los objetivos.

La **cuarta fase** consiste en la elaboración del informe final por parte del equipo de trabajo en base a los comentarios de la revisión anterior.

5. Características generales de la necesidad

La automatización del ordeño ovino representa una necesidad estratégica para garantizar la sostenibilidad productiva, económica y social del sector ovino lechero en Castilla y León. La escasez de mano de obra, el envejecimiento del colectivo ganadero, las dificultades para atraer nuevos profesionales y la dedicación de tiempo y trabajo asociada al ordeño convierten esta tarea en uno de los principales cuellos de botella de las explotaciones. Este escenario dificulta la continuidad de las granjas y compromete la competitividad del sector en un contexto en el que otros ámbitos ganaderos, especialmente el vacuno lechero, ya han avanzado hacia modelos altamente tecnificados y automatizados.

Las limitaciones actuales de las salas de ordeño ovinas incluyen la dependencia intensiva de operarios, la elevada variabilidad humana en la colocación y retirada de las pezoneras, la falta de herramientas digitales para monitorizar el proceso en tiempo real y la inexistencia de sistemas avanzados de soporte a la toma de decisiones.

El proyecto ARISTECH nace para responder a esta necesidad, promoviendo el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas disruptivas que permitan reformular la rutina del ordeño ovino mediante el uso de robótica, visión artificial, sensorica avanzada, automatización de tareas críticas y plataformas digitales de análisis. El objetivo es dotar al sector de herramientas que reduzcan la dependencia de mano de obra, aumenten la eficiencia del proceso y garanticen un manejo más preciso, homogéneo y orientado al bienestar del animal.

5.1. Necesidad no cubierta

A pesar de los avances logrados en el desarrollo de tecnologías de ordeño mecánico y en la digitalización del manejo ganadero, persisten necesidades críticas que aún no cuentan con soluciones adaptadas al ovino lechero. Entre las principales carencias identificadas se encuentran:

- **Ausencia de sistemas automatizados para la colocación y retirada de pezoneras adaptados al ovino.** Aunque existen tecnologías robóticas avanzadas en el vacuno, su traslado directo no es viable debido a diferencias anatómicas, variabilidad morfológica de la ubre y comportamiento gregario. No existen robots específicamente diseñados para operar a la velocidad, precisión y ergonomía que exige el ordeño en lotes de ovejas.
- **Falta de herramientas de visión artificial y sensorización específicas para pequeños rumiantes.** Las tecnologías actuales de localización de pezones, cámaras 3D y sensores TOF están desarrolladas para animales de mayor tamaño y requieren adaptaciones técnicas significativas. El sector carece de soluciones robustas capaces de identificar con fiabilidad la posición de la ubre en ovejas en movimiento o de detectar incidencias en tiempo real durante el ordeño.
- **Limitada automatización de las rutinas previas y posteriores al ordeño.** Procesos como la limpieza de la ubre, la estimulación previa, el sellado posterior o la detección de ordeño incompleto continúan dependiendo de la intervención manual. Estas rutinas, aunque repetitivas, son esenciales para la calidad de la leche y el bienestar del animal, pero no cuentan con sistemas automáticos integrados en salas ovinas.
- **Escasa integración digital en las explotaciones ovinas.** Aunque existen plataformas de ganadería de precisión para registrar actividad, producción o salud, su implantación en ovino es reducida y

no están conectadas con el equipamiento de ordeño. La falta de sistemas unificados de tratamiento de datos limita la capacidad de gestionar el rebaño de forma predictiva y dificulta la toma de decisiones basada en indicadores objetivos.

- **Inexistencia de soluciones replicables y escalables que permitan operar salas con un solo trabajador.** La automatización parcial disponible no permite alcanzar el objetivo de reducir la dotación operativa sin incrementar tiempos o comprometer la calidad higiénico-sanitaria. El sector necesita tecnologías que integren sensores, robótica ligera y plataformas digitales en un diseño cohesionado y viable económicamente.

Abordar estas necesidades no cubiertas es esencial para impulsar la modernización del sector ovino lechero. La implementación de soluciones tecnológicas integradas permitirá reducir la carga de trabajo, mejorar la eficiencia del ordeño, asegurar la calidad de la leche y avanzar hacia modelos productivos más resilientes, sostenibles y atractivos para nuevos profesionales.

5.2. Principales barreras y puntos críticos al desarrollo tecnológico

La adopción de tecnologías emergentes para la automatización del ordeño ovino, incluyendo brazos robóticos, sistemas avanzados de visión artificial, sensores especializados, automatización de rutinas y plataformas digitales de supervisión, presenta una serie de barreras que dificultan su implantación efectiva en las explotaciones actuales. Estas barreras pueden agruparse en dos grandes categorías: operativas y tecnológicas.

5.2.1. BARRERAS OPERATIVAS

Las barreras operativas están relacionadas con la organización del trabajo, la capacidad de adaptación del sector, la disponibilidad de conocimiento especializado y la aceptación de tecnologías disruptivas dentro de un ámbito tradicionalmente intensivo en mano de obra. En el caso de ARISTECH, estas barreras se acentúan debido a que la robotización del ordeño ovino constituye un campo prácticamente inexplorado a nivel comercial.

- **Resistencia al cambio por parte de ganaderos y operarios,** acostumbrados a rutinas manuales y a la intervención directa en la sala. La introducción de sistemas robotizados puede generar incertidumbre respecto a la fiabilidad, el control del proceso y la dependencia de equipos complejos.
- **Escasa formación técnica especializada en automatización del ordeño ovino,** ya que la mayor parte de la capacitación disponible se centra en tecnologías de vacuno robotizado. La ausencia de programas formativos adaptados dificulta la adopción y mantenimiento de soluciones avanzadas.
- **Brecha digital y limitada experiencia en el uso de plataformas de datos,** sensores y sistemas predictivos. Muchas explotaciones ovinas carecen de conectividad estable, software de gestión o dispositivos electrónicos integrados con la sala.
- **Reticencias derivadas del bienestar animal,** especialmente cuando se introducen mecanismos robóticos en animales más sensibles o con variabilidad morfológica alta. La aceptación de soluciones automáticas requiere demostrar seguridad, suavidad de operación y ausencia de estrés adicional.

- **Heterogeneidad de las explotaciones ovinas**, tanto en tamaño como en antigüedad de instalaciones, lo que dificulta estandarizar una solución única y condiciona su implantación, escalabilidad y coste.

5.2.2. BARRERAS TECNOLÓGICAS

Las barreras tecnológicas se relacionan con el desarrollo, validación y adaptación de soluciones robóticas y digitales al contexto real del ordeño ovino, así como con las limitaciones físicas y mecánicas propias de la especie y de las salas actuales.

- **Limitada compatibilidad entre tecnologías de vacuno y ovino**, ya que los robots comerciales existentes están diseñados para vacas individuales, no para ovejas en lotes. Adaptar brazos robóticos, cinemática, posicionamiento y algoritmos de visión requiere rediseñar componentes clave.
- **Insuficiente madurez tecnológica en algunas piezas fundamentales**, como los sistemas de visión 3D para ubres pequeñas, sensores robustos para detectar pezones en movimiento o pezoneras específicas para razas con variación anatómica elevada. Estas tecnologías aún están en fase experimental para pequeños rumiantes.
- **Dificultad para integrar robótica con salas de ordeño tradicionales**, construidas para manejo manual. La automatización exige rediseñar flujos, posiciones de los animales, alturas de trabajo, accesos del robot y zonas de intervención, lo que puede requerir reformas profundas y costosas.
- **Alta sensibilidad del bienestar animal ante errores de conexión o tiempos prolongados**, lo que exige soluciones extremadamente precisas y rápidas. Un fallo en la colocación de pezoneras o un posicionamiento incorrecto puede causar dolor, rechazo o estrés, comprometiendo la viabilidad del sistema.
- **Costes elevados de los componentes robóticos y ópticos**, especialmente en brazos robotizados de precisión, cámaras industriales y sensores avanzados. El retorno de inversión puede ser limitado para explotaciones medianas si no se desarrollan soluciones modulares, escalables y ajustadas a la realidad económica del sector ovino.

Superar estas barreras es esencial para avanzar hacia un modelo de ordeño ovino automatizado, capaz de reducir la carga de trabajo, mejorar la eficiencia operativa y reforzar el bienestar animal. El éxito de esta transición requiere combinar innovación tecnológica con formación especializada, rediseño de instalaciones, validación en campo y modelos de financiación que faciliten su adopción en un sector estratégico para Castilla y León.

5.3. Características de las soluciones buscadas

5.3.1. Objetivos y características específicas

Las soluciones tecnológicas buscadas para el proyecto **ARISTECH** deberán dar respuesta a los retos planteados en la Consulta Preliminar al Mercado del ITACyL y alinearse con las necesidades operativas, productivas y de bienestar animal del sector ovino lechero. En concreto, las soluciones deberían tratar de abordar los siguientes aspectos:

- **Reducir la intervención humana en la sala de ordeño**, garantizando que el proceso pueda desarrollarse con un máximo de una persona independientemente del tamaño del lote, optimizando el tiempo y los recursos dedicados al ordeño.

- **Automatizar parcial o totalmente la colocación y retirada de pezoneras**, mediante brazos robóticos, mecanismos autónomos o sistemas semiautomáticos de asistencia, asegurando una conexión rápida, suave y precisa adaptada a la morfología de la ubre ovina.
- **Integrar tecnologías de visión artificial y sensorización avanzada** para la localización fiable de pezones, el seguimiento del animal durante el ordeño, la detección de ordeño incompleto y la identificación temprana de incidencias.
- **Incorporar sistemas automáticos o semiautomáticos para la limpieza pre-ordeño y el sellado posterior**, garantizando condiciones higiénico-sanitarias óptimas, minimizando riesgos de mastitis y reduciendo la variabilidad entre turnos de trabajo.
- **Contemplar módulos de monitorización individualizada**, capaces de registrar producción por oveja, calidad de la leche, flujo, conductividad, tiempo de ordeño y parámetros asociados al bienestar animal, facilitando la toma de decisiones y la gestión del rebaño.
- **Asegurar la escalabilidad del sistema** a diferentes tamaños y configuraciones de salas de ordeño ovinas (espina de pescado, rotativas, paralelas), garantizando la adaptabilidad a instalaciones existentes sin requerir reformas estructurales de gran envergadura.
- **Integrar capacidades de análisis de datos en tiempo real**, con plataformas digitales que permitan visualizar indicadores clave, generar alertas automáticas, analizar tendencias y apoyar la planificación operativa del ordeño.
- **Velar por el bienestar animal en todo el proceso**, evitando sobreordeño, reduciendo el estrés durante la conexión de pezoneras, asegurando la ergonomía del sistema y proporcionando un ambiente calmado y con niveles de ruido adecuados.
- **Garantizar la compatibilidad con requisitos higiénicos y de limpieza**, incluyendo diseño sanitario, materiales lavables, ciclos automáticos de lavado y sistemas de desinfección integrados para las partes que entran en contacto con la ubre o la leche.
- **Permitir una fácil operación y mantenimiento**, con interfaces intuitivas, formación mínima requerida y componentes modulares que faciliten la sustitución y reparación sin interrumpir la actividad de la sala.
- **Constituir una solución replicable, interoperable y viable económicamente**, capaz de adaptarse a explotaciones de distintos tamaños y con diferentes niveles de tecnificación, facilitando su escalado a nivel regional.

6. Resultados del ejercicio de vigilancia tecnológica (tendencias)

La vigilancia tecnológica conlleva una serie de procesos cuyo objetivo es definir el ambiente tecnológico en el que han de competir las tecnologías, en un tiempo próximo, mediante el análisis de información tecnológica, para así poder adelantarse a los acontecimientos y mantenerse en competencia en el mercado. Ayuda a visualizar la **información estratégica y los datos relevantes** para el desarrollo competitivo de la tecnología, garantizando a su vez que no se incurre en desarrollos ya existentes.

Se realiza una búsqueda conjunta en Insight Orbit que permite tener una idea aproximada del número de registro por tipología analizada (noticias, patentes, subvenciones, publicaciones, marcas, etc.). La búsqueda principal para este proyecto coincide con la realizada para el Apartado de Antecedentes y Contexto, por lo que no se repetirán los resultados encontrados en este apartado.

6.1. Resultados del análisis de publicaciones científicas

El análisis en base de publicaciones científicas e investigaciones proporcionará una idea general de las tendencias relacionadas con la tecnología en materia de investigación. Es importante destacar para esta búsqueda los retrasos existentes en la difusión de dichas publicaciones, es decir, el tiempo que tardan en hacerse públicas. Por tanto, este análisis servirá como base del estudio del crecimiento y evolución de la tecnología.

Se emplean para este análisis la base de datos SCOPUS para obtener una visión general de las tecnologías asociadas al proyecto:

Tabla 4. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de publicaciones y registros científicos

Base de datos/Herramienta utilizada: SCOPUS		
Descripción:	Base de datos masiva de literatura académica que permite a los usuarios acceder a la información, cruzarla con otras fuentes y mantenerse al día con las nuevas investigaciones a medida que salen a la luz.	
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo	
Periodo de estudio:	Sin delimitar	
Resumen de resultados obtenidos	Número de registros: 2636 documentos	Otros aspectos destacables: Se han realizado también búsquedas independientes en los buscadores de determinadas universidades

Para el análisis cualitativo de la literatura recopilada, se han considerado exclusivamente las publicaciones que aportan información técnica directamente relacionada con el objetivo central del proyecto: evaluar el grado de madurez de las tecnologías aplicables a la automatización del ordeño en pequeños rumiantes y determinar si existe en el mercado un sistema equivalente al que se pretende desarrollar. Las publicaciones seleccionadas abarcan desde estudios experimentales muy específicos sobre parámetros de máquina (vacío, pulsación, diseño de pezoneras y configuración de líneas) hasta trabajos centrados en bienestar animal, salud de ubre y eficiencia de sala, así como literatura reciente sobre sistemas de ordeño automático (AMS) y plataformas de digitalización aplicadas al sector lechero.

En conjunto, los trabajos revisados confirman un avance significativo en la modernización del ordeño de ovejas y cabras, especialmente en lo relativo al diseño, regulación y optimización de las máquinas de ordeño convencionales. La literatura muestra una fuerte convergencia en que la regulación fina del nivel de vacío, la frecuencia y relación de pulsación, el diseño anatómico de las pezoneras y la elección entre líneas de leche altas o bajas son determinantes para **reducir el tiempo de ordeño, mejorar la estabilidad del vacío, minimizar la aparición de hiperqueratosis y disminuir el riesgo de sobreordeño**. Publicaciones como las pruebas de laboratorio sobre pezoneras con entrada de aire o los estudios de prestimulación automática evidencian que los ajustes técnicos orientados a pequeños rumiantes están cada vez más definidos, lo que supone una base necesaria, pero no suficiente, para abordar procesos más automatizados.

Un segundo bloque importante de publicaciones se centra en cómo las prácticas de ordeño y el diseño funcional de la sala afectan el comportamiento del animal y la calidad higiénico-sanitaria de la leche. Los estudios sobre reacciones de ovejas durante el ordeño y los análisis de los factores de riesgo de mastitis demuestran que pequeñas variaciones en la rutina, en la conexión/desconexión del conjunto o en la estabilidad del vacío tienen efectos medibles tanto en el estrés del animal como en el recuento de células somáticas de la leche. Estos resultados son especialmente relevantes para el proyecto, ya que refuerzan la idea de que **un futuro sistema semiautomatizado debe integrar sensores capaces de monitorizar el flujo, detectar el final de ordeño y evitar de forma automática el sobreordeño**, reduciendo así la dependencia del operario y la variabilidad entre turnos.

En paralelo, la literatura sobre morfología de la ubre y facilidad del ordeño confirma que existe una elevada variabilidad anatómica entre razas y entre individuos, lo que dificulta la implementación directa de tecnologías procedentes del vacuno. Los estudios señalan que la adaptación a ovino-caprino requiere **pezoneras específicas, algoritmos de control calibrados para flujos más bajos y un diseño de sala que respete el comportamiento gregario**, aspectos que actualmente no se integran en un único sistema comercial plenamente automatizado.

Respecto a la automatización avanzada, varias publicaciones analizan **sistemas de ordeño automático (AMS)** pero centrados en vacuno, donde actualmente se encuentra la mayor madurez tecnológica. Estos estudios muestran que, incluso en sistemas robotizados, persisten problemas como bimodalidad del flujo y fluctuaciones irregulares del vacío, lo que confirma que **la robotización requiere un control muy preciso del comportamiento dinámico del vacío y del flujo de leche**, áreas donde las máquinas de pequeños rumiantes aún dependen de regulaciones manuales o semiautomáticas. Asimismo, la literatura sobre automatización y digitalización en ganaderías lecheras describe beneficios claros, reducción de carga física, registro automático, supervisión remota, pero señala también nuevas necesidades de mantenimiento, configuración y soporte técnico.

La literatura muestra componentes aislados, principalmente en estudios experimentales o adaptaciones de tecnologías del vacuno, pero **no un sistema integral validado para pequeños rumiantes**. En consecuencia, los trabajos revisados confirman que el sector dispone ya de **módulos tecnológicos suficientemente maduros** (sensores de flujo, retirada automática, control electrónico de pulsación, plataformas PLF), pero **su integración en una solución completa, adaptada a la morfología y comportamiento del ovino/caprino, aún no ha sido resuelta**. Los autores coinciden en que la automatización total del ordeño en ovino y caprino requiere diseños específicos que actualmente **no están disponibles comercialmente**, lo que valida la pertinencia y necesidad de la solución planteada en el proyecto.

6.2. Resultados del análisis de proyectos

De manera adicional a los requisitos del proyecto, se propone realizar un estudio de proyectos que estén trabajando con la tecnología en cuestión o alguna de las relacionadas.

El estudio de proyectos permitirá obtener una visión no solo de lo desarrollado hoy en día, sino también de aquellos desarrollos que siguen en proceso y hasta donde se espera que lleguen eventualmente. Además, el empleo de la base de datos [CORDIS](#) proporciona una visión más cercana a la aplicación de los fondos públicos a nivel europeo.

Se empleará la misma tabla que en el apartado anterior para dar a conocer la estrategia y los resultados de búsqueda:

Tabla 5. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de proyectos

Base de datos/ Herramienta utilizada: CORDIS/ Búsqueda directa	
Descripción:	Los proyectos seleccionados muestran avances en digitalización y automatización del manejo y ordeño de pequeños rumiantes, combinando sensores, plataformas de datos, inteligencia artificial y técnicas de ganadería de precisión. Destacan iniciativas centradas en la monitorización individual de animales, control ambiental, identificación electrónica y optimización de prácticas de manejo, así como en la incorporación de robótica, análisis de datos y herramientas de gestión integral, ofreciendo aprendizajes sobre automatización, toma de decisiones basada en información y mejora genética. En conjunto, evidencian un sector en camino hacia explotaciones más tecnificadas,

	eficientes y sostenibles, con capacidad para implementar sistemas de ordeño parcialmente automatizados y monitorizados.	
Palabras clave empleadas:	“Automation milking” / “Robotic milking system” / “Milking Robot”	
Periodo de estudio:	Sin delimitar	
Resumen de resultados obtenidos	Número de registros: Diferente según la BBDD empleada (entre 5 y 10)	Otros aspectos destacables: Se han realizado búsquedas directas de empresas y proveedores de tecnología

Los proyectos revisados muestran un panorama tecnológico en evolución hacia la digitalización y automatización de la gestión del ordeño y el manejo de pequeños rumiantes, apoyándose en la integración de sensores, plataformas de datos y soluciones de inteligencia artificial. En conjunto, estas iniciativas buscan optimizar la eficiencia de las rutinas de ordeño, mejorar el bienestar animal y facilitar la toma de decisiones basadas en datos, avanzando hacia modelos de explotación más tecnificados y sostenibles.

Entre los proyectos centrados específicamente en pequeños rumiantes, destaca el proyecto **Sm@RT**, que aborda la digitalización de explotaciones ovinas y caprinas mediante la incorporación de sensores, identificación electrónica, monitorización de parámetros ambientales y de comportamiento, y herramientas de gestión de datos. Estas iniciativas facilitan la supervisión individualizada de los animales, el seguimiento de la producción y la salud, y la optimización de prácticas de manejo, creando una base tecnológica sólida para futuras soluciones de ordeño parcialmente automatizadas.

Por otro lado, proyectos como **dAlry 4.0** y **GO_AMSOS 360** aportan referencias de alta tecnología provenientes del vacuno, que pueden adaptarse al ovino y caprino. **dAlry 4.0** integra inteligencia artificial, robótica y análisis de datos para individualizar procesos de ordeño y alimentación, ofreciendo aprendizajes relevantes sobre el uso de sensores, algoritmos predictivos y toma de decisiones basada en datos. **GO_AMSOS 360**, en paralelo, desarrolla herramientas digitales de gestión 360 que conectan información de producción, salud y genética, potenciando la sostenibilidad de las explotaciones con ordeño automatizado y apoyando decisiones estratégicas orientadas a la mejora genética y eficiencia operativa. En conjunto, estos cinco proyectos evidencian que el sector está avanzando hacia soluciones tecnológicas integrales que combinan monitorización inteligente, automatización parcial y digitalización de la información, creando un marco de referencia para el desarrollo de sistemas de ordeño más eficientes y sostenibles en ovino y caprino.

Los proyectos localizados se recogen en el segundo bloque del apartado Anexos.

6.3. Resultados del análisis de patentes y marcas

En la mayoría de los casos, el estudio de patentes y marcas es el más relevante para discernir la novedad de una tecnología analizada. Supone la mayor colección de información técnica y, en el caso de no consultar las bases de datos de patentes para la Vigilancia tecnológica, se estima que se descarta en torno al 55% de toda la información.

Las patentes proporcionan una información temprana de productos y tecnologías previamente a su comercialización, sobre todo de cara a las empresas líderes, que suelen proteger su I+D, por lo que se convierten en un buen medio para el estudio de tendencias.

Para este caso en particular, se empleó en primer lugar el buscador INVENES de la Oficina Española de Patentes y Marcas y, posteriormente, se realizó una búsqueda a nivel internacional mediante el buscador ESPACENET. En la Tabla 6 se recogen los datos de la búsqueda.

Tabla 6. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de patentes y marcas

Base de datos/ Herramienta utilizada: INVENES, ESPACENET, GOOGLE PATENTS	
Descripción:	<p>INVENES está desarrollada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) y permite la búsqueda de información sobre patentes y modelos de utilidad españoles y latinoamericanos, así como sobre diseños industriales españoles.</p> <p>ESPACENET ofrece acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patentes de todo el mundo y contiene información sobre los inventos y desarrollos técnicos desde 1836 hasta hoy.</p> <p>GOOGLE PATENTS, por su parte, permite consultar patentes y solicitudes de patentes de diversas oficinas internacionales, incluyendo textos completos y esquemas técnicos, con una interfaz accesible y herramientas de búsqueda avanzada.</p>
Palabras clave empleadas:	Todas las recogidas en el Resumen Ejecutivo
Periodo de estudio:	Sin delimitar

Las patentes analizadas abarcan un conjunto amplio de tecnologías orientadas a la automatización del ordeño y a la mejora de la eficiencia operativa en explotaciones lecheras, con especial interés para su futura adaptación al ovino y caprino. En conjunto, estas innovaciones avanzan hacia sistemas más seguros, precisos y capaces de reducir la intervención humana, incorporando robótica, visión artificial, sensores avanzados y control inteligente de la rutina de ordeño.

Entre las tecnologías más destacadas se encuentran los **brazos robóticos de colocación de pezoneras**, presentes en varias de las patentes estudiadas. Estas soluciones incluyen manipuladores con trayectorias adaptativas, mecanismos con rigidez variable y sistemas de control que ajustan la respuesta del brazo según el comportamiento del animal. La capacidad del robot para corregir su movimiento ante patadas o desplazamientos imprevistos constituye un avance relevante para futuras aplicaciones en ovino, donde la variabilidad en tamaño, agilidad y disposición del animal presenta desafíos mayores que en vacuno.

Otro bloque tecnológico clave está formado por las patentes que desarrollan **sistemas de visión y localización precisa de pezones**, fundamentales para cualquier solución de ordeño robotizado. Se identifican diseños basados en cámaras 3D, sensores ópticos protegidos contra humedad, capaces de generar mapas detallados de la ubre y facilitar una colocación más rápida y exacta de las pezoneras. La integración de algoritmos de filtrado y dispositivos anti-condensación permite mantener un rendimiento estable en entornos de humedad y suciedad, condiciones habituales en las salas de ordeño.

Asimismo, varias patentes proponen **nuevas arquitecturas de sistemas de ordeño automático**, combinando módulos de ordeño, unidades de control independientes y sensores avanzados de flujo,

composición y calidad de la leche. Algunas de ellas incorporan dispositivos capaces de generar múltiples posiciones candidatas para cada pezón, evitando interferencias y reduciendo errores de conexión. Otras plantean la sincronización del ordeño con la alimentación mediante estrategias automáticas que prolongan el suministro de pienso hasta completar una secuencia óptima, lo que contribuye a mejorar el flujo de animales y estabilizar la operación del sistema.

En el ámbito específico de los pequeños rumiantes, destaca la presencia de patentes que desarrollan **sistemas de ordeño automático para ovejas y cabras**, incluyendo plataformas rotativas específicas y unidades compactas con mecanismos automáticos de sujeción, limpieza y extracción de leche. Estas soluciones presentan elementos pensados para la morfología de ovejas y cabras, como brazos telescópicos ajustables, pezoneras ligeras y sistemas de limpieza integrados, lo que evidencia un creciente interés industrial por automatizar este segmento productivo tradicionalmente dependiente de mano de obra intensiva.

Finalmente, el análisis pone de manifiesto la convergencia entre estas tecnologías de automatización y la gestión inteligente de la sala de ordeño. La combinación de sensores, algoritmos de decisión y controladores capaces de adaptar el comportamiento del robot al ritmo de ordeño de cada animal constituye un avance decisivo hacia sistemas autónomos. Aunque la mayoría de desarrollos se originan en el vacuno, su adaptación al ovino y caprino es técnicamente viable siempre que se ajusten la cinemática del brazo, la geometría de la unidad de ordeño y los requisitos de bienestar animal asociados a estas especies.

En conjunto, las patentes revisadas demuestran que existe una base tecnológica sólida para desarrollar soluciones avanzadas de automatización del ordeño aplicables al sector ovino. Estas innovaciones aportan referentes funcionales y de diseño que facilitan tanto la reducción de mano de obra como la mejora de la precisión, la higiene y la eficiencia del proceso, constituyendo un punto de partida valioso para impulsar nuevas soluciones innovadoras como las planteadas en el presente proyecto.

Las patentes más relevantes se incluyen en el tercer bloque del apartado Anexos.

7. Conclusiones

La vigilancia tecnológica permite visualizar una comparativa frente al estado del arte, pudiendo indagar alternativas o tecnologías emergentes que permitan contrastar la novedad del proyecto analizado. La Tabla 7 presenta los puntos clave estudiados en este informe:

Tabla 7. Conclusiones del informe de vigilancia tecnológica

Automatización del ordeño ovino		
Periodo estudiado	Sin delimitar, pero con foco entre 2010-act.	Principales riesgos o barreras detectadas
Número de publicaciones destacadas	8	<ul style="list-style-type: none"> - BARRERAS OPERATIVAS: la resistencia al cambio por parte de ganaderos, la falta de formación específica en automatización y la baja digitalización de las explotaciones dificultan la adopción de nuevas tecnologías de ordeño. - BARRERAS TECNOLÓGICAS: la escasa compatibilidad de los robots existentes con la morfología ovina, la falta de sensores y visión adaptados a pequeños rumiantes, la necesidad de rediseño de salas y los costes elevados de los componentes avanzados frenan el desarrollo y la implantación de soluciones innovadoras.
Número de proyectos destacados	5	
Número de patentes destacadas	10	
Número de total de registros estudiados	23	
Principales instituciones		Tecnologías destacadas
<p>Se obtiene el siguiente ranking de compañías que tiene en cuenta el posicionamiento no solo de patentes, publicaciones y proyectos, sino también de noticias y artículos en webs, relacionados con la materia de estudio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. DeLaval 2. GEA Farm Technologies 3. Lely 4. BouMatic 5. Delmer Group 6. Greenoak Goat and Sheep Dairy Equipment 7. Norwell Dairy Systems 8. SRUC – Scotland’s Rural College 9. Universidad Católica de Valencia 10. University of Thessaly (Grupo de investigación en ordeño ovino) 		<ul style="list-style-type: none"> - Brazos robóticos para colocación de pezoneras - Visión artificial y sensores 3D/TOF - Pezoneras y unidades de ordeño específicas para ovino/caprino - Prestimulación y retirada automática de pezoneras - Sensores de flujo y calidad de leche en línea - Sistemas automáticos de limpieza y sellado - Identificación electrónica y monitorización individual - Plataformas digitales y algoritmos de análisis de datos - Sistemas automáticos de guiado y manejo de lotes
Situación general del mercado		Factores críticos de vigilancia
<p>El sector ovino lechero atraviesa una fase de transformación marcada por la creciente escasez de mano de obra, la necesidad de mejorar la eficiencia operativa y mantener el bienestar animal y la calidad higiénico-sanitaria. Aunque la automatización del ordeño está ampliamente implantada en el vacuno, el ovino continúa operando mayoritariamente con sistemas manuales o semiautomáticos, con un bajo nivel de digitalización y escasa integración de sensores, plataformas de datos y rutinas automatizadas.</p> <p>Esta situación genera un mercado con un alto potencial de innovación, donde tecnologías como la visión artificial, la robótica ligera, la monitorización individual y los sistemas automáticos de colocación y retirada de pezoneras encuentran un espacio evidente de aplicación. Las tendencias globales hacia la reducción de carga laboral, la trazabilidad del proceso y la optimización por datos refuerzan la oportunidad para soluciones avanzadas que permitan operar salas con menos personal y mayor eficiencia.</p>		<p>Los factores críticos de vigilancia para esta propuesta se centran en el seguimiento del avance tecnológico en robótica ligera aplicada al ordeño, el desarrollo de sistemas de visión artificial y sensores adaptados a pequeños rumiantes, y la evolución de plataformas digitales de gestión del rebaño. También resulta esencial monitorizar la madurez y adopción de soluciones semiautomatizadas en ovino y caprino, la aparición de nuevos fabricantes o integradores especializados, y los progresos en bienestar animal vinculados al uso de tecnologías robotizadas en sala.</p> <p>Asimismo, deben vigilarse los cambios en normativa europea y nacional relativos a bienestar, trazabilidad y calidad higiénico-sanitaria de la leche, ya que pueden influir directamente en el diseño de los sistemas automatizados. La evolución de proyectos internacionales, nuevas patentes, iniciativas de I+D+i y estudios que analicen la ergonomía, los tiempos de ordeño y la interacción animal-máquina será clave para anticipar riesgos y orientar el desarrollo hacia soluciones</p>

Además, el mercado está cada vez más sensibilizado ante herramientas que mejoren la sostenibilidad social del sector, faciliten el relevo generacional y modernicen explotaciones clave para regiones productoras como Castilla y León. En este contexto, propuestas tecnológicas como las contempladas en ARISTECH encajan plenamente en las necesidades del sector y responden a un vacío de soluciones comerciales maduras específicamente diseñadas para ovejas y cabras.

viables, seguras y alineadas con las tendencias del mercado y del sector ganadero.

8. Bibliografía

Se incluirán en este apartado todas las publicaciones, investigaciones, artículos, etc. empleados para la elaboración del informe:

8.1. Registros de publicaciones científicas

- Ordeño mecánico de pequeños rumiantes
- Prácticas de ordeño mecánico, reacciones relacionadas con el bienestar animal y calidad de la leche producida en granjas de ovejas lecheras
- Pruebas de laboratorio para optimizar los ajustes de la máquina ordeñadora con copas de tetina con entrada de aire para ovejas y cabras
- Prestimulación automática en cabras lecheras: eficiencia del ordeño y estado de los pezones
- Efectos del ordeño mecánico en la salud de las ubres de las ovejas lecheras
- Capacidad de ordeño mecánico de ovejas lecheras de las razas East Friesian y Lacaune
- Sistemas de ordeño automático y bienestar de los ganaderos: análisis de los efectos de la automatización y la digitalización en la ganadería lechera
- La comparación del rendimiento de los sistemas de ordeño automático mediante pruebas dinámicas también ayuda a identificar posibles factores de riesgo de mastitis

8.2. Registros de proyectos

- Sm@RT - Tecnología para pequeños rumiantes: Ganadería de precisión y tecnología digital para pequeños rumiantes
- iSAGE: Innovación para la producción sostenible de ovejas y cabras en Europa
- SMARTOVI: Innovación y nuevas tecnologías para incrementar la sostenibilidad del sector ovino de Castilla y León
- dAlry 4.0: Soluciones avanzadas y fiables de inteligencia artificial y datos para el ordeño y la alimentación automatizados e individualizados de vacas lecheras
- GO_AMSOS 360: Soluciones innovadoras 360 para la sostenibilidad de un nuevo sistema de producción de leche en ganaderías con ordeño automatizado

8.3. Registros de patentes

- PATENTE W02020236067A1: Plataforma rotativa para el ordeño de ovejas y cabras
- PATENTE CN112314442A: Dispositivo de ordeño automático para ovejas
- PATENTE CN213214727U: Dispositivo automático de ordeño para ovejas
- PATENTE W02019004819A1: Sistema de ordeño con tratamiento automático de leche

- PATENTE WO2019017769A1: Sistema de robot de ordeño con ajuste automático de rigidez (compliance)
- PATENTE WO2019059758A1: Sistema de robot de ordeño con detector de pezones mejorado
- PATENTE WO2022074508A1: Método y dispositivo robótico para ordeñar animales lecheros
- PATENTE WO2025133833A1: Sistema de ordeño robotizado con selección de posiciones candidatas de pezones
- PATENTE US20180310516A1: Implemento para ordeño automático con sensor 3D de pezones
- PATENTE US20240008439A1: Dispositivo de ordeño robotizado con control adaptativo de la posición del brazo

9. Fuentes consultadas

Se incluirán las referencias y enlaces a las fuentes consultadas para las tareas de vigilancia tecnológica, la descripción completa de todas las fuentes se puede encontrar en la memoria técnica presentada para el proyecto, de manera resumida, las principales fuentes a emplear serán:

- Para la búsqueda de publicaciones científicas
 - o **Web of science:** plataforma de la empresa Clarivate Analytics, formada por una amplia colección de bases de datos bibliográficas, citas y referencias de publicaciones científicas de cualquier disciplina del conocimiento, en ciencia, tecnología, ciencias sociales, artes y humanidades.
 - o **Google Scholar:** Base de datos masiva de literatura académica que permite a los usuarios acceder a la información, cruzarla con otras fuentes y mantenerse al día con las nuevas investigaciones a medida que salen a la luz.
- Para la búsqueda de proyectos:
 - o **Cordis** (*Community Research and Development Information Service*, en español Servicio de información para la comunidad de investigación y desarrollo): es la principal fuente de la Comisión Europea sobre los resultados de los proyectos financiados por los programas marco de investigación e innovación de la UE.
- Para la búsqueda de patentes:
 - o **WIPO INSPIRE:** Se trata de una plataforma que ayuda a los usuarios a tomar decisiones fundamentadas sobre las herramientas de búsqueda de patentes que mejor se adaptan a su labor ya sea examinar patentes o tomar decisiones relacionadas con la I+D. Las patentes divulgan información técnica importante que también sirve de base para otros innovadores y sus innovaciones.
 - o **Espacenet:** Espacenet ofrece acceso gratuito a más de 80 millones de documentos de patentes de todo el mundo y contiene información sobre los inventos y desarrollos técnicos desde 1836 hasta hoy.
 - o **INVENES:** permite la búsqueda de información sobre patentes y modelos de utilidad españoles y latinoamericanos, así como sobre diseños industriales españoles.
 - o **Google Patents:** Gracias a este buscador se pueden encontrar patentes, solicitudes, referencias, reclamaciones, planos, gráficos, dibujos y todo tipo de documentos relacionados con una determinada patente.
 - o **PatentScope:** permite efectuar búsquedas en 100 millones de documentos de patente, entre los que se cuentan 4,2 millones de solicitudes internacionales de patente PCT publicadas.
 - o Además, en caso de que en alguna de las herramientas anteriores se detecten elevado número de patentes en algún país/región en concreto se emplearan las bases de datos de patentes de las mismas para analizar en mayor profundidad.

10. Anexos

En este apartado se incorporarán tantos anexos de información adicional como sean necesarios para cada tecnología, algunos de los anexos contemplados como principales:

1.1. Publicaciones científicas

Ordeño mecánico de pequeños rumiantes	
Abstract:	<p>Esta publicación ofrece una revisión exhaustiva del ordeño mecánico en pequeños rumiantes, con especial atención a ovejas y cabras lecheras. Analiza los principios de funcionamiento de las máquinas de ordeño, las particularidades anatómicas de la ubre en pequeños rumiantes y las configuraciones de equipos más habituales (línea baja, línea media, sistemas rotativos). El estudio aborda parámetros clave como el nivel de vacío, la frecuencia y relación de pulsación, el diseño de pezoneras y los efectos de estas variables sobre el flujo de leche, la salud del pezón y el bienestar animal. Además, evalúa tecnologías emergentes como los sistemas de retirada automática de pezoneras, sensores de flujo y elementos de monitorización que permiten mejorar la eficiencia del proceso y reducir la variabilidad entre operarios. La publicación destaca la necesidad de adaptar la ingeniería de los equipos a las características fisiológicas de ovejas y cabras, subrayando los retos y oportunidades para avanzar hacia sistemas de ordeño más automatizados y precisos.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Joel Bueso-Ródenas
Fecha de publicación:	2025
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas mecánicos de ordeño para pequeños rumiantes - Control y regulación de vacío - Frecuencia y relación de pulsación - Diseño anatómico de pezoneras para ovejas y cabras - Sensores de flujo y medición en línea - Retirada automática de pezoneras (ACR) - Configuraciones de sala adaptadas (línea baja, media, rotativas)

Prácticas de ordeño mecánico, reacciones relacionadas con el bienestar animal y calidad de la leche producida en granjas de ovejas lecheras

Abstract:	<p>El estudio evaluó las reacciones de las ovejas durante el proceso de ordeño mecánico y su asociación con la calidad de la leche producida en 52 explotaciones de ovejas lecheras en Grecia. Se registraron indicadores de bienestar animal (como movimientos de patas, vocalización, intentos de retirada del conjunto de ordeño) y se analizaron parámetros del tanque de leche como recuento somático y bacteriano. Los resultados revelaron que prácticas de ordeño incorrectas provocan nerviosismo y agitación en las ovejas, lo que se asoció con un mayor recuento de células somáticas en la leche. Se identificaron predictores vinculados tanto a la sala de ordeño como al proceso de ordeño que afectan tanto al comportamiento del animal como a la calidad de la leche.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	<p>Dimitra V. Liagka; George C. Fthenakis; Stella N. Kalonaki; Konstantina S. Dimoveli; Daphne T. Lianou; Vasia S. Mavrogianni; Charalambia K. Michael; Mariangela Caroprese; Vassiliki Spyrou; Natalia G. C. Vasileiou</p>
Fecha de publicación:	<p>2025</p>
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas mecánicos de ordeño en ovejas: evaluación de parámetros de vacío, estabilidad del nivel de vacío y dinámica de la cámara de pulsación. - Tecnología de pulsación: análisis de frecuencia, relación de pulsación y curvas de pulsación en máquinas para ovino. - Sensores y sistemas de registro en sala: cronometraje automático de ciclos, medición de duración del ordeño por fila y tiempo total de sala. - Equipos de medición de calidad de leche: dispositivos para recuento somático y bacteriano, detectores de contaminación higiénica y parámetros de tanque. - Tecnologías de control de rutina de ordeño: prácticas de pre-ordeño y post-ordeño, manejo del conjunto de ordeño, retirada manual o semiautomática. - Indicadores biomecánicos y etológicos: observación estandarizada de movimientos de rechazo, comportamiento durante la conexión/desconexión del conjunto y respuesta fisiológica al ordeño mecánico. - Diseño funcional de sala de ordeño: disposición de filas, ergonomía del operario, accesibilidad y estabilidad del animal durante el proceso.

Pruebas de laboratorio para optimizar los ajustes de la máquina ordeñadora con copas de tetina con entrada de aire para ovejas y cabras

Abstract:	<p>Este estudio de laboratorio evalúa los ajustes óptimos para máquinas de ordeño adaptadas a ovejas y cabras que utilizan pezoneras con entrada de aire. Se prueban distintos niveles de vacío (32, 34, 36, 38 y 40 kPa), diferentes diámetros de “milk-jet” (2, 2.5, 3 y 4 mm), líneas de leche altas y bajas, y combinaciones de relación de pulsación (50:50 y 60:40). Como indicador de rendimiento se emplea el flujo del primer minuto por kilogramo (1st WF/kg) y se mide la fluctuación cíclica del vacío en la cámara interna del pezón. Los resultados muestran que el nivel de vacío, el tamaño del “milk-jet” y la relación de pulsación afectan significativamente ($p < 0,05$) el rendimiento en ovejas y cabras, y se proponen valores óptimos según especie y configuración de línea.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Shehadeh Kaskous et al.
Fecha de publicación:	2022
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustes de nivel de vacío en máquinas de ordeño (valores en kPa) - Diseño de pezoneras con «air inlet» para pequeños rumiantes - Configuración de líneas de leche (línea alta vs línea baja) - Frecuencia de pulsación y relación de pulsación (ciclos/min y porcentaje S/R) - Sensores de fluctuación de vacío (Vacuscope) en cámara de pezonera - Medición de flujo de leche en fase inicial (1st WF/kg) - Optimización del conjunto máquina/pezonera para ovejas y cabras lecheras

Prestimulación automática en cabras lecheras: eficiencia del ordeño y estado de los pezones

Abstract:	<p>La investigación evalúa el efecto de la prestimulación automática en cabras lecheras Murciano-Granadina durante tres momentos de la lactación (inicio, mitad y fin). Se compararon dos tratamientos: ordeño con prestimulación mecánica automática a 300 ppm durante 20 s contra ordeño sin prestimulación. Los resultados mostraron que al final de la lactación la prestimulación provocó un flujo medio de leche ligeramente inferior y niveles más bajos de vacío máximo en el tubo de pulsación, sin presentar diferencias significativas en las demás variables de eficiencia ni en el estado de la ubre. Se concluye que invertir en equipos de prestimulación automática para cabras no aporta ventaja clara en esas condiciones.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Joel Bueso-Ródenas; Manuel Alejandro; Gema Romero; José Ramón Díaz

Fecha de publicación:	2021
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Prestimulación automática mediante pulsadores electrónicos a 300 ppm durante 20 s. - Configuración de máquina de ordeño: nivel de vacío 40 kPa, frecuencia 90 ciclos/min, relación de pulsación 60:40. - Sensores de vacío en tubos de leche y pulsación (máx, mín, medias, caídas) para evaluación técnica. - Medición de flujo de leche (kg/min) y fraccionamiento del flujo inicial (1st WF/kg). - Ultrasonografía del pezón para valorar el estado teórico-anatómico del extremo del pezón (teat-end status). - Diseño de experimento en cuadrado latino con replicaciones en inicio, mitad y fin de lactación.

Efectos del ordeño mecánico en la salud de las ubres de las ovejas lecheras

Abstract:	<p>El artículo revisa los factores asociados con el ordeño mecánico que pueden incrementar el riesgo de mastitis y afectar la salud de la ubre en ovejas lecheras. Analiza la influencia del manejo de la máquina de ordeño, las rutinas de sala y los parámetros técnicos como el nivel de vacío, la duración del ordeño, el sobreordeño y la hiperqueratosis del extremo del pezón. Se concluye que ciertos valores y prácticas superiores al óptimo están asociados con mayor prevalencia de alteraciones en la ubre.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Gema Romero; José Ramón Díaz; Cristòfol Peris; George C. Fthenakis
Fecha de publicación:	2020
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de parámetros de vacío en máquinas de ordeño para ovejas. - Evaluación de frecuencia, duración del ordeño y condiciones de sobreordeño. - Medición de hiperqueratosis del extremo del pezón (teat-end hyperkeratosis) mediante inspección visual y recuento de células somáticas. - Estudio de la influencia del mantenimiento y limpieza de la sala de ordeño en la salud de la ubre. - Monitorización de la rutina de ordeño mecánico y su efecto en la incidencia de mastitis subclínica.

Capacidad de ordeño mecánico de ovejas lecheras de las razas East Friesian y Lacaune

Abstract:	<p>El estudio analiza la relación entre la morfología de la ubre y la “milkability” (facilidad de ordeño mecánico) en 150 ovejas de las razas Lacaune (LC) y East Friesian (EF) en condiciones de ordeño mecánico. Se midieron rasgos lineales de ubres y pezones (profundidad de la ubre, profundidad de la cisterna, colocación del pezón, longitud del pezón, forma de la ubre, tamaño del pezón) y se evaluaron características funcionales del ordeño: rendimiento de leche total, rendimiento mediante máquina, tiempo de ordeño, flujo máximo, latencia, porcentaje de leche residual (stripping). Los resultados indican una gran variabilidad entre animales y razas; la raza Lacaune mostró mejores parámetros de milkability que la East Friesian. Se concluye que la morfología de la ubre es un factor importante para adaptar los sistemas de ordeño mecánico a ovejas lecheras.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Pavol Makovický; Milan Margetín; Peter Makovický; Melinda Nagy
Fecha de publicación:	2019
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Medición lineal de rasgos morfológicos de la ubre (profundidad de ubre, profundidad de cisterna, colocación del pezón, longitud del pezón, forma de ubre, tamaño de pezón) - Evaluación de parámetros funcionales de máquina de ordeño: leche total (TMY), leche extraída por máquina (MMY), leche residual (SMY = TMY – MMY), tiempo de ordeno (MT), latencia (LT), flujo máximo (TMF) - Análisis de correlaciones morfología/ordenado mediante modelos estadísticos GLM y REML - Sistema de ordeño de ovejas en línea mecánica con reequipamiento a parámetros estándares de producción - Indicadores de diseño de sala orientados a optimización del ordenado basado en morfología de la ubre - Estudio de la influencia del mantenimiento y limpieza de la sala de ordeño en la salud de la ubre. - Monitorización de la rutina de ordeño mecánico y su efecto en la incidencia de mastitis subclínica.

Sistemas de ordeño automático y bienestar de los ganaderos: análisis de los efectos de la automatización y la digitalización en la ganadería lechera.

Abstract:	<p>El estudio explora el bienestar de los ganaderos noruegos que han adoptado sistemas de ordeño automáticos (AMS), analizando cuatro dimensiones: ingresos, satisfacción laboral, salud mental y equilibrio entre trabajo y vida familiar. Se identifican factores asociados al bienestar del agricultor tras la implantación de automatización: mayor flexibilidad de horario, reducción de carga laboral física, pero también un aumento de responsabilidad técnica, mantenimiento del sistema y</p>
------------------	---

	<p>reentrenamiento. La investigación revela que la automatización tiene efectos mixtos: mejora algunos aspectos de la vida laboral, pero puede generar nuevas presiones relacionadas con la gestión del sistema y nuevos tipos de tareas.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	B. G. Hansen; C. T. Bugge; P. K. Skibrek
Fecha de publicación:	2020
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de ordeño automático (AMS) con brazos robóticos, sistemas de identificación de animales y módulos de conexión de tazas de ordeño. - Plataformas de digitalización de datos de explotación: registro de producción, sensores de salud y actividad, análisis de datos para gestión operativa. - Aplicación de automatización en flujo de trabajo agrícola: reducción de tareas manuales rutinarias, mantenimiento preventivo y gestión remota del sistema. - Integración de tecnología de sensor y conectividad para supervisión de estancia, mantenimiento del robot y alerta de incidencias.

La comparación del rendimiento de los sistemas de ordeño automático mediante pruebas dinámicas también ayuda a identificar posibles factores de riesgo de mastitis

Abstract:	<p>Este estudio retrospectivo analiza los parámetros de emisión de leche en sistemas de ordeño automático (AMS) de distintas marcas mediante pruebas dinámicas de vacío (VaDia™ logger) en 4 878 ordeños individuales en 48 explotaciones. Los resultados muestran que la marca del sistema y el rendimiento por cuarto de leche influyen significativamente en la variabilidad de los parámetros de ordeño. Asimismo, se detectó una alta frecuencia de dos factores de riesgo mayores para mastitis — bimodalidad del flujo y fluctuaciones irregulares del vacío— incluso en sistemas automatizados. El trabajo resalta la importancia de las pruebas dinámicas como herramienta de monitorización para optimizar la eficacia del ordeño automático.</p> <p>Enlace</p>
Autores:	Stefano Milanesi; Dario Donina; Viviana Chierici Guido; Francesca Zaghen; Valerio M. Sora; Alfonso Zecconi
Fecha de publicación:	2024
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Pruebas dinámicas de emisión de leche (logger VaDia™, software VaDia Suite™) - Sistemas automáticos de ordeño (AMS) con registro de parámetros de vacío y flujo por cuarto - Análisis de flujo de leche por cuarto, tiempo de ordeño, patrones de bimodalidad del flujo - Monitorización de fluctuaciones del vacío en la cámara de leche como indicador de riesgo de mastitis

	<ul style="list-style-type: none">- Comparativa de rendimiento entre marcas de AMS mediante bases de datos de ordeño individual- Uso de análisis estadístico multivariable para asociación entre parámetros del equipo y salud de la ubre
--	--

10.2. Proyectos destacados

PROYECTO Sm@RT - TECNOLOGÍA PARA PEQUEÑOS RUMIANTES: GANADERÍA DE PRECISIÓN Y TECNOLOGÍA DIGITAL PARA PEQUEÑOS RUMIANTES	
Descripción:	<p>Este proyecto promueve la comprensión, la transferencia de conocimientos y la adopción de tecnologías avanzadas existentes en el sector de los pequeños rumiantes (PR), fomenta un enfoque de soluciones a partir de las necesidades e identifica las carencias tecnológicas.</p> <p>El proyecto crea una red europea e internacional autosostenible y duradera para promover el uso de la ganadería de precisión y las tecnologías digitales en todo el sector utilizando un método interactivo pionero, transdisciplinar y multiagente basado en granjas de demostración bien equipadas («Digifarms») y explotaciones de venta directa.</p> <p>Enlace</p>
Agentes implicados, propietarios o socios:	<ul style="list-style-type: none"> - SRUC - SCOTLAND'S RURAL COLLEGE (Coordinador) - INSTITUT DE L'ELEVAGE - NIBIO - NORSK INSTITUTT FOR BIOOKONOMI - TEAGASC - AGRICULTURE AND FOOD DEVELOPMENT AUTHORITY - DEBRECENI EGYETEM - AGRIS SARDEGNA - INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT - MOREDUN RESEARCH INSTITUTE - AGRICULTURAL RESEARCH ORGANISATION OF ISRAEL - THE VOLCANI CENTRE - EESTI MAULIKOOL - IN EXTENSO INNOVATION CROISSANCE
Periodo de ejecución:	Enero 2021 - Septiembre 2024
Parámetros económicos (presupuesto, royalties, etc.)	<p>Presupuesto: 1.997.215 €</p> <p>Subvención europea: 1.997.215 €</p>
Tecnologías asociadas:	Uso de la Ganadería de Precisión (GPP) y las Tecnologías Digitales (TD) en todo el sector de los pequeños rumiantes.

PROYECTO SMARTOVI: INNOVACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA INCREMENTAR LA SOSTENIBILIDAD DEL SECTOR OVINO DE CASTILLA Y LEÓN

Descripción:	<p>Los objetivos de este proyecto son estudiar el grado de implantación de innovaciones y nuevas tecnologías en el sector ovino, conocer las tecnologías disponibles y su potencial de aplicación, proponer e implantar prácticas innovadoras de manejo en granjas en forma de pruebas piloto, y evaluar el impacto potencial de las nuevas prácticas sobre la sostenibilidad de las granjas.</p> <p>La implantación de tecnologías en granjas de ovino ha estado principalmente orientada al bienestar animal, la eficiencia en el manejo y la automatización. Se ha observado una tendencia en el incremento del uso de sensores conectados a apps, con alertas automáticas.</p> <p>Enlace</p>
Agentes implicados, propietarios o socios:	<ul style="list-style-type: none"> - INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN (ITACYL) - UNIÓN REGIONAL DE COOPERATIVAS AGRARIAS DE CASTILLA Y LEÓN (URCACYL) - ASOVINO - COBADU - COGALA - CONSORCIO DE PROMOCIÓN DEL OVINO - COVISURLE - VEGAESLA
Periodo de ejecución:	2022 - 2025
Parámetros económicos (presupuesto, royalties, etc.)	Presupuesto: 200.000 €
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de videovigilancia, ventilación automática con sensores, monitorización de condiciones ambientales y del consumo de agua a través de aplicaciones específicas, separadores automáticos de animales, o seguimiento de la temperatura y llenado a tiempo real del tanque de leche.

PROYECTO dAIry 4.0: SOLUCIONES AVANZADAS Y FIABLES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y DATOS PARA EL ORDEÑO Y LA ALIMENTACIÓN AUTOMATIZADOS E INDIVIDUALIZADOS DE VACAS LECHERAS	
Descripción:	<p>Este proyecto integra soluciones de IA, datos y robótica en los sistemas de ordeño automatizado (SOA). Mediante técnicas de aprendizaje multimodal, aumento autosupervisado de datos y una novedosa IA explicable —además de implicar activamente a los ganaderos en el proceso—, el equipo del proyecto pretende optimizar la producción de los SOA minimizando su impacto en el medio ambiente y el bienestar animal. Asimismo, promete cambiar las reglas del juego tanto del sector agrario como de la industria alimentaria.</p> <p>Enlace</p>
Agentes implicados, propietarios o socios:	<ul style="list-style-type: none"> - CY.R.I.C CYPRUS RESEARCH AND INNOVATION CENTER LTD (Coordinador) - LELY INDUSTRIES NV - UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA - ARISTOTELIO PANEPISTIMIO THESSALONIKIS - TECHNISCHE UNIVERSITAET WIEN - EREVNITIKO PANEPISTIMIAKO INSTITOUTO SYSTIMATON EPIKOINONION KAI YPOLOGISTON
Periodo de ejecución:	Octubre 2023 - Marzo 2027
Parámetros económicos (presupuesto, royalties, etc.)	<p>Presupuesto: 3.533.844 €</p> <p>Subvención europea: 2.957.356 €</p>
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo de técnicas de aprendizaje multimodal para utilizar de manera eficiente múltiples tipos de información para la salud animal y el monitoreo general del estado de los animales. - Desarrollo de técnicas novedosas y auto-supervisadas de aumento de datos para reducir la cantidad de datos de entrenamiento etiquetados necesarios. - Exploración de técnicas novedosas de IA explicables para aumentar la transparencia del sistema y, en última instancia, facilitar su aceptación por parte de los usuarios.

PROYECTO GO_AMSOS 360: SOLUCIONES INNOVADORAS 360 PARA LA SOSTENIBILIDAD DE UN NUEVO SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN GANADERÍAS CON ORDEÑO AUTOMATIZADO

Descripción:	<p>El objetivo de este proyecto es captar y conectar toda la información disponible a nivel de cada animal en un sistema de producción con ordeño automatizado, respetando la legislación vigente en materia de protección de datos, para desarrollar dos herramientas que mejoren la sostenibilidad de las ganaderías con ordeño automatizado.</p> <p>Enlace</p>
Agentes implicados, propietarios o socios:	<ul style="list-style-type: none"> - CONFEDERACIÓN DE ASOCIACIONES DE FRISONA ESPAÑOLA (CONAFE) - ASCOL SCL - FEFRICALE - ABEREKIN SA - APPB - SERAGRO - ANKA
Periodo de ejecución:	<p>Noviembre 2022 - Febrero 2025</p>
Parámetros económicos (presupuesto, royalties, etc.)	<p>Presupuesto: 352.350 €</p> <p>Subvencionado al 100% con Fondos <i>Next Generation</i></p>
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Solución digital de manejo inteligente que dé soporte al ganadero en la toma de decisión basada en el concepto 360 a la hora de integrar la información disponible. - Herramienta de selección genética que permita al ganadero identificar al nacer las madres de la siguiente generación de su ganadería teniendo en cuenta su potencial genético, para maximizar la rentabilidad económica y su adaptabilidad a un ordeño automatizado.

10.3. Patentes destacadas

PATENTE WO2020236067A1 Plataforma giratoria para ordeñar ovejas y cabras	
Solicitante:	DeLaval Holding AB
Descripción:	<p>La presente invención se refiere a un sistema de ordeño que comprende una plataforma rotativa con múltiples puestos de ordeño distribuidos en su perímetro, destinada específicamente a ovejas o cabras. Cada puesto está equipado con los accesorios de ordeño (tazas de ordeño) y los animales entran y salen de la plataforma giratoria. Se incluye un mecanismo de colocación automática de pezoneras (o de disposición de tazas) que reemplaza la intervención manual. El diseño de los divisores entre puestos presenta un ángulo específico (entre 10° y 20°, preferiblemente ~15°) y una altura adecuada (aproximadamente 450-650 mm) para facilitar que los animales (ovejas o cabras) puedan girar su cuerpo al salir del puesto, mejorando la fluidez y reduciendo la necesidad de ayuda humana. Las dimensiones de los puestos (longitud ~850-1100 mm y anchura ~350-450 mm) se adaptan a estos animales más pequeños, lo que permite un mejor uso del espacio y una mayor eficiencia en flujo de ordeño. El sistema contempla secciones de entrada, pre-ordeño, conexión automática de tazas, ordeño, tratamiento post-ordeño y salida.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Eric Crespo; Martin Wiedemann
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 13/05/2020 Publicación 26/11/2020
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Plataforma rotativa de ordeño adaptada a pequeños rumiantes - Conexión automática de tazas o pezoneras sin operario - Diseño ergonómico de puestos (divisores inclinados, altura ajustada) - Flujo optimizado de entrada/salida de animales en lote - Sistema de tratamiento pre-ordeño y post-ordeño integrado en la rotativa - Adaptación de geometría y medidas para ovejas y cabras - Configuración modular escalable de puestos de ordeño

PATENTE CN112314442A Dispositivo automático de ordeño para ovejas	
Solicitante:	Shandong Vocational Animal Science and Veterinary College
Descripción:	<p>Esta invención se refiere a un dispositivo de ordeño automático diseñado para ovejas, que permite realizar el ordeño de múltiples animales de forma simultánea, mejorando la eficiencia y reduciendo la dependencia de mano de obra. Incluye mecanismo de vacío, tanque de leche, regulador de presión de vacío, tuberías de ordeño conectadas a los pezones, y succión alternativa de presión</p>

	positiva/negativa para extraer la leche. Se describe además la adaptabilidad de la estructura al tamaño y características fisiológicas de las ovejas (y posiblemente cabras), con componentes como cabezales de succión de silicona ajustados en diámetro y diseño de cámara de leche optimizada. También se apuntan mejoras en climatización (mención de sistema de enfriamiento por aspersión) para el bienestar de los animales durante el ordeño. Enlace
Inventores:	Kou Huikuo, Liu Yu, Zhang Xuelian, Qi Peng Yu, Ying Liu Xiaowen
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 11/2020 Publicación 02/2021
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivo de ordeño automático para ovejas - Sistema de vacío con regulador para ordeño - Cabezal de succión (pezonera) de silicona adaptado - Tanque de leche con observación de volumen - Tubos de ordeño alternados para presión positiva/negativa - Adaptación del equipo a tamaño de pequeños rumiantes - Integración de elementos de climatización/aspersión para bienestar animal

PATENTE CN213214727U Dispositivo automático de ordeño para ovejas	
Solicitante:	Playful Sheep Biotechnology Co Ltd
Descripción:	<p>Esta utilidad ofrece un dispositivo automático de ordeño diseñado para ovejas, con una estructura más sencilla y portátil que los equipos existentes, para mejorar la eficiencia del ordeño en explotaciones de menor tamaño. Incluye bomba de vacío, depósito de vacío, regulador de presión, recipiente de leche, tuberías de ordeño conectadas mediante conductos a dos cabezales de succión, adaptados al tamaño de la ubre de ovejas. El recipiente de leche incorpora visor graduado, los cabezales de succión están hechos de silicona con diámetro interno mínimo de 2-3 cm y exterior de 4-5 cm, con protuberancias internas para mejorar sujeción. El diseño destaca por su simplicidad, portabilidad y reducción de mano de obra, permitiendo ordeñar de forma más automática, incrementando la eficiencia y adaptándose al tamaño de los animales.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Song Zheng, Qin Junkai, Liang Ping
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 09/2020 Publicación 05/2021

Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de vacío con regulador para ordeño - Cabezal de succión adaptado tamaño pequeño rumiante - Recipiente de leche con visor graduado - Tuberías de ordeño para dos animales conectadas a tres-vías - Dispositivo portátil para ordeño automático de ovejas - Diseño simplificado para menor escala explotaciones
-------------------------------	--

PATENTE WO2019004819A1 Sistema de ordeño	
Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>Esta invención describe un sistema de ordeño automático que comprende un dispositivo robótico de ordeño con unidad de control, capaz de ordeñar completamente un animal lechero de forma automática. El sistema incluye también un dispositivo de tratamiento de la leche conectado al módulo de ordeño, que recibe información sobre la composición de la leche mediante un identificador del animal o sensores de leche. Con esos datos, el tratamiento de leche ajusta la estandarización de contenido en grasa o proteína mediante válvulas, centrifugado o separación, adaptándose por lote o por animal. El diseño permite producir leche con especificaciones reguladas o de fábrica-lácteo con eficiencia elevada.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Robert Van Veen; Henk Jonker
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	<p>Solicitud: 20/07/2017</p> <p>Publicación: 24/01/2019</p>
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Robot de ordeño automático con brazo robótico - Identificación electrónica de animales y base de datos por animal - Sensores de composición de leche (grasa/proteína) - Dispositivo de tratamiento de leche acoplado al robot (separación/estandarización) - Control automático de flujo y tratamiento de leche por animal - Integración de módulo de ordeño y módulo de calidad de leche

PATENTE WO2019017769A1 Sistema de robot de ordeño con conformidad seleccionable	
Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>Esta invención describe un sistema de ordeño robotizado que incluye un brazo robótico con actuadores que conectan automáticamente las tazas de ordeño a las ubres del animal lechero, junto a un dispositivo de control capaz de ajustar la “compliance” (rigidez flexible) del brazo según la identidad o comportamiento del animal. Esto permite variar la fuerza de contacto, velocidad de movimiento y respuesta del brazo para animales nerviosos o de menor tamaño, reduciendo impacto, mejorando la seguridad y adaptándose de forma individual. Incluye identificación del animal, conteo de incidencias (por ejemplo patadas), y adaptación automática del comportamiento del robot.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Mario Henrique Voorsluys; Michiel Adriaan Van Dorp
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 15/06/2018 Publicación 24/01/2019
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Brazo robótico de conexión automática de tazas de ordeño - Ajuste automático de rigidez o flexibilidad del brazo (compliance) según animal - Actuadores hidráulicos, neumáticos o electro-hidráulicos con control adaptativo - Identificación electrónica del animal y base de datos por animal - Sensores de fuerza / corriente para detectar patadas o movimientos del animal - Algoritmos de aprendizaje automático para adaptar el comportamiento del robot al animal - Control dinámico del brazo según parámetros de bienestar o comportamiento

PATENTE WO2019059758A1 Sistema de robot de ordeño con detector de pezones mejorado	
Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>Esta invención describe un sistema de ordeño robotizado que incorpora un detector de pezones mejorado, destinado a superar un problema común en los sistemas ópticos de detección: la condensación de vapor de agua en la ventana del sensor óptico, que dificulta la localización de pezones y puede impedir la correcta conexión de las tazas de ordeño. Para ello, el sistema incluye un brazo robótico con tazas de ordeño, un detector óptico alojado en una carcasa, y un sistema de aire comprimido seco capaz de purgar el aire en el detector o reemplazarlo parcialmente por aire seco, de modo que se reducen las probabilidades de condensación y se mejora la fiabilidad del proceso automático de conexión.</p>

	Enlace
Inventores:	Jentje Deelstra, Martinus Petrus Kortekaas
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 12/09/2018 Publicación 28/03/2019
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema robótico de ordeño con brazo automático para la fijación de tazas - Detector óptico de pezones con ventana y sensor incorporado - Unidad de aire comprimido seco para purga del detector y prevención de condensación - Control inteligente del detector y activación del purgado cuando el sistema detecta falta de visualización - Integración de subsistemas de vacío, pulsación y robot de conexión

PATENTE WO2022074508A1

Método y dispositivo robótico para ordeñar animales lecheros

Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>La invención describe un método y un dispositivo robotizado de ordeño para un grupo de animales lecheros, que se mueven libremente en un área y pueden visitarlo voluntariamente. Comprende una estación de ordeño, identificación del animal, medios robóticos para ordeñar automáticamente, un dispositivo de alimentación durante el ordeño basado en asignación individual de pienso, y un controlador que gestiona visitas, alimentación y prioridades del rebaño. El método incluye seleccionar un periodo futuro, determinar la capacidad libre del robot, ordeñar y alimentar durante el proceso, y alimentar adicionalmente a animales seleccionados si aún tienen asignación y la capacidad del robot lo permite. La invención facilita la integración de ordeño automático y alimentación automatizada, optimizando visitas y tiempo del robot.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Adolf Jan Van Der Kamp, Pieter Neelus Kool
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 10/2020 Publicación 04/2022
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Robot de ordeño automático con brazo de conexión de pezoneras - Identificación electrónica de animales - Alimentación automática durante el ordeño basada en asignación individual

	<ul style="list-style-type: none"> - Controlador que gestiona visitas, tiempos de uso y prioridad según capacidad - Área de libre acceso al robot (los animales pueden moverse libremente) - Integración de sistema de localización del animal para priorizar visita al robot
--	--

PATENTE WO2025133833A1 Sistema de ordeño robotizado	
Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>Esta invención describe un sistema robotizado de ordeño que comprende un puesto de ordeño, tazas de ordeño, un brazo robótico para conectar las tazas a los pezones y un dispositivo de determinación de posiciones candidatas de pezones mediante un criterio de pezón. El sistema incluye una unidad de control que asigna las tazas a los candidatos de pezón en orden descendente de probabilidad, realiza la conexión, evalúa si se extrae leche y, si no, marca la posición como “falso pezón” para futuras operaciones. Esta lógica mejora la fiabilidad del brazo robótico al evitar repetidas conexiones erróneas. La tecnología permite una conexión más rápida y fiable en sistemas robotizados de ordeño.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Nicky de Waard
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	<p>Solicitud: 11/12/2024</p> <p>Publicación: 26/06/2025</p>
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de detección probabilística de pezones (candidatos reales vs falsos) - Brazo robótico de conexión automática de tazas de ordeño - Algoritmo de control que almacena posiciones de pezones reales y falsas para optimizar futuras conexiones - Configuración modular de puesto de ordeño robotizado - Adaptación dinámica del brazo mediante criterios de probabilidades y aprendizaje operativo

PATENTE US20180310516A1 Implemento para ordeñar automáticamente un animal lechero	
Solicitante:	Maasland NV
Descripción:	<p>El invento describe un implemento robotizado de ordeño automático para animales lecheros, que incluye un brazo robotizado con tazas de ordeño, un sensor para observar al menos una parte del animal (como un pezón), y un sistema de control conectado al sensor y al robot. El sensor emite radiación electromagnética (luz infrarroja u otra) y recoge la señal reflejada para calcular distancias a múltiples puntos del animal, lo que permite generar una imagen tridimensional del pezón o la ubre. Sobre la base de esa información, el sistema controla con mayor fiabilidad el brazo robótico, optimizando la conexión de las tazas, evitando contacto con las</p>

	patas del animal y monitorizando la retirada automática y limpieza posterior. Adaptado para vacuno, pero aplicable también a cabras u otros rumiantes. Enlace
Inventores:	Karel Van den Berg
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud: 07/2018 Publicación: 11/2018
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Brazo robótico de ordeño automático - Sensor 3D de luz modulada para localización del pezón - Control de distancia entre pezón y taza de ordeño - Monitorización 3D de ubre, patas y animal para evitar colisión - Retirada automática de pezoneras y secuencia de limpieza integrada - Identificación individual del animal mediante patrón espacial

PATENTE US20240008439A1**Implemento para ordeñar automáticamente un animal lechero**

Solicitante:	Lely Patent NV
Descripción:	<p>Esta invención describe un dispositivo de ordeño robotizado completamente automático para animales lecheros con pezones delanteros y traseros, que incluye un brazo robótico con múltiples tazas de ordeño, soportes para cada taza, un sistema de determinación de la posición de los pezones y un dispositivo de control que, durante el ordeño, adapta la posición de reposo del brazo según una señal de separación de taza (cup separation signal) que indica que una taza ya no está conectada o no lo estará a un pezón delantero. Esto permite evitar tensión innecesaria sobre las mangueras de ordeño, mejorar la libertad de movimiento del animal, y optimizar la seguridad y eficiencia del robot durante el ordeño automático.</p> <p>Enlace</p>
Inventores:	Jan Gerrit Jonathan Meijer, Leendert Kornelis Roelse, Mario Henrique Voorslys, Thanh Mung Lam
Fecha de solicitud/Fecha de concesión	Solicitud 23/07/2020 Publicación: 18/01/2024
Tecnologías asociadas:	<ul style="list-style-type: none"> - Brazo robótico con múltiples pezoneras/tazas de ordeño - Sistema de determinación de posición de los pezones (teat position determination device) - Control adaptativo del robot arm en función de señal de separación de taza (cup separation signal)

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">- Soportes (holders) de taza en estado de reposo (teat cup rest state)- Adaptación automática de la posición del brazo para evitar contacto con animales, reducir tensión y mejorar comodidad del animal- Método de ordeño automático con detección de separación y procedimiento de reposición del brazo |
|--|---|

10.4 Otros (legislación, normativas y certificaciones aplicables a las tecnologías en cuestión especialmente relevantes o limitantes)

- Reglamento (UE) 2017/625 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a los controles oficiales en materia de bienestar animal y condiciones de producción. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32017R0625>
- Real Decreto 348/2000, de 10 de marzo, por el que se establecen normas de protección de los animales en explotaciones ganaderas. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2000-5733>
- Real Decreto 3/2002, de 11 de enero, sobre normas mínimas de protección de terneros, aplicable por analogía a prácticas de manejo y bienestar en rumiantes. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-764>
- Reglamento (CE) n.º 853/2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal; recoge requisitos sobre la producción de leche cruda y condiciones del ordeño. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32004R0853>
- Reglamento (CE) n.º 852/2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios, con obligaciones sobre limpieza, desinfección y diseño sanitario del equipo de ordeño. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32004R0852>
- Reglamento (UE) 2019/627, que establece métodos de muestreo y criterios de control para garantizar la seguridad de la leche producida en explotaciones. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32019R0627>
- Real Decreto 1728/2007, sobre normas de calidad para la leche cruda, incluyendo requisitos de recuento celular, carga microbiana y condiciones higiénicas del ordeño. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-21042>
- Directiva 2006/42/CE de máquinas, aplicable a brazos robóticos, sistemas automáticos y cualquier equipamiento mecánico o electromecánico instalado en la sala de ordeño. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>
- Reglamento (UE) 2016/1628, sobre requisitos de emisiones para motores y maquinaria no de carretera, aplicable a equipos electromecánicos en instalaciones ganaderas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32016R1628>
- Normas ISO 5707 y ISO 6690, relativas al diseño y operación de instalaciones mecánicas de ordeño, parámetros de vacío, pulsación y requisitos técnicos del equipo (especialmente relevantes para garantizar compatibilidad y seguridad).
- Reglamento (CE) n.º 21/2004, relativo al sistema de identificación y registro de animales de las especies ovina y caprina. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32004R0021>
- Real Decreto 685/2013, que regula la identificación electrónica de ovino y caprino en España. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-7129>
- Real Decreto 306/2020, sobre ordenación, normas de funcionamiento y requisitos mínimos de bienestar en explotaciones ganaderas. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-3629>
- Reglamento (UE) 2021/2115, relativo a los planes estratégicos de la PAC, con incentivos a la modernización, digitalización y bienestar animal en explotaciones ovinas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32021R2115>

11. Índice de figuras

Figura 1. Resultados de la vigilancia tecnológica. Fuente: #MoocVT 11

12. Índice de tablas

Tabla 1. Resumen de resultados_Publicaciones Científicas.....	6
Tabla 2. Resumen de resultados_Proyectos	6
Tabla 3. Resumen de resultados_Patentes.....	7
Tabla 4. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de publicaciones y registros científicos.....	18
Tabla 5. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de proyectos.....	19
Tabla 6. Bases de datos y herramientas (fuentes) de información_Análisis de patentes y marcas	21
Tabla 7. Conclusiones del informe de vigilancia tecnológica.....	23