

PROYECTO ITC: 20133039



***Tecnologías para el diagnóstico,
control y mejora del status sanitario
de los animales criados bajo
sistemas de producción intensivos y
la calidad de sus productos
(TECOOPAGA)***

CONSORCIO/AIE:

COOPERATIVAS ORENSANAS, SCG
FEIRACO, SCG
SUMINISTROS COREN, SA
CONEXIONA TELECOM, SL
AMMI TECHNOLOGIES, SL



SUMICOR



conexxiona
Technology made easy



Introducción y participantes

Las empresas agroganaderas en Galicia juegan un papel clave en la economía de la Comunidad Autónoma. En los últimos años hemos asistido a un incremento del coste de producción en las granjas, principalmente debido a un continuado aumento del coste de las materias primas. Esta subida de precios ha provocado la caída de la rentabilidad de las explotaciones y, a su vez, el incremento del grado de intensificación de las mismas para compensar los gastos asociados a la producción.

Esta intensificación de la producción animal está acentuando la prevalencia de ciertas patologías de diversa etiología que, en muchas ocasiones, permanecen de forma crónica, y de problemáticas ligadas al manejo intensivo que están afectando a la sostenibilidad económica de las explotaciones. A esta problemática se une la existencia de importantes exigencias de bioseguridad e higiene, bienestar animal y medioambiente en producción, manejo y transporte, con distintas legislaciones, que disminuyen la competitividad de la UE frente a los productos procedentes de otros países.

El proyecto que se detalla a continuación, titulado **TECNOLOGÍAS PARA EL DIAGNÓSTICO, CONTROL Y MEJORA DEL ESTATUS SANITARIO DE LOS ANIMALES CRIADOS BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTENSIVOS Y DE LA CALIDAD DE SUS PRODUCTOS**, ha permitido el desarrollo de diferentes Tareas planificadas y diseñadas con el objetivo de desarrollar soluciones tecnológicas mediante el uso de TICS, electrónica y técnicas de diagnóstico de aplicación en animales vivos, muestras biológicas o el ambiente que les rodea, con el objetivo de prevenir posibles problemáticas sanitarias o de calidad de los productos finales, con el fin de contribuir a la sostenibilidad de la producción animal en Galicia.

El proyecto ha sido liderado por COOPERATIVAS ORENSANAS S.C.G, líder en

Galicia en producción avícola y de vacuno de carne y FEIRACO S.C.G., primera cooperativa productora de leche. Como socios tecnológicos han participado AMMI TECHNOLOGIES S.L., CONEXIONA TELECOM S.L. y SUMINISTROS COREN S.A., empresas especializadas en tecnologías TICS, electrónica y medioambiental, respectivamente. Para el desarrollo de las tecnologías han colaborado diversos centros de investigación: Universidade de A Coruña (UDC), Universidade de Vigo (UVIGO), Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Centro Tecnológico de Telecomunicaciones de Galicia (GRADIANT), Centro Tecnológico da Carne (CTC) y Clúster de Acuicultura de Galicia (CETGA).

Objetivos y plan de trabajo

Para la consecución del objetivo general se planteó el desarrollo de dos actividades experimentales, cada una de ellas con un objetivo técnico específico:

- Diseñar y validar nuevas soluciones tecnológicas para la monitorización del status sanitario y el bienestar en producción animal.
- Diseñar y validar nuevos productos y prototipos para la mejora de las condiciones ambientales en cría y transporte de animales.

Estas dos actividades se dividieron en cinco paquetes de trabajo (tres y dos respectivamente por actividad): i) aplicación de biometría en 3D, visión artificial y tratamiento de imágenes para medición de condición corporal y conformación en vacuno “in vivo” y en canal, ii) monitorización mediante dispositivos de medición de constantes vitales en cría, manejo y transporte de vacuno, iii) diseño de sistemas de detección y monitorización de problemáticas sanitarias en muestras biológicas no invasivas, iv) diseño de nuevos sistemas de control ambiental en granja basados en concentración de gases, pesos y consumos y nuevos tipos de iluminación y v) diseño de sistemas

electrónicos de control de las condiciones del transporte.

Cada paquete de trabajo contó con dos tareas experimentales para un total de diez en el proyecto cuyos objetivos técnicos particulares fueron:

- Objetivo 1. Desarrollar un dispositivo experimental que permita obtener de forma automática el índice de condición corporal en ganado vacuno de leche y una estimación en vivo del valor de conformación en ganado vacuno de carne utilizando imágenes en color y 3D que aporten profundidad como indicadores preventivos de problemáticas como la cetosis en vacas de leche o retrasos en crecimiento en vacuno de carne.
- Objetivo 2. Desarrollar un sistema objetivo de clasificación de canales de vacuno en matadero por biometría en 3D e imágenes en color, adaptando las tecnologías a las condiciones de campo y matadero (movimiento, elevado nivel de ruido, polvo, etc.) correlacionando con el dispositivo anterior para poder monitorizar calidad (conformación y engrasamiento) en las canales.
- Objetivo 3. Diseñar un dispositivo de medición de constantes vitales en cría y manejo de vacuno de carne para poder controlar las condiciones de estrés y bienestar de los animales.
- Objetivo 4. Diseñar un dispositivo de medición de constantes vitales para vacas de leche para poder controlar situaciones de estrés relacionadas con enfermedades, estrés calórico o manejo.
- Objetivo 5. Desarrollar un sistema de diagnóstico rápido de coccidiosis en heces de vacuno para ser usado en granjas de terneros.
- Objetivo 6. Desarrollar nuevos indicadores en leche para la rutina preventiva de la eficiencia digestiva y por tanto como control de las enfermedades metabólicas a partir de la caracterización de las poblaciones protozoarias en el rumen.

- Objetivo 7. Diseñar un novedoso prototipo de control ambiental integral en granjas avícolas integrando todos los parámetros claves de ambiente y de evolución de pesos y consumos para optimizar las condiciones sanitarias, productivas y de ahorro energético.

- Objetivo 8. Diseñar un novedoso prototipo de monitorización ambiental y avisos en granjas de vacuno para poder establecer pautas de control y prevención de posibles problemáticas de tipo sanitario.

- Objetivo 9. Diseñar un novedoso dispositivo situado en el medio de transporte enfocado a monitorizar las condiciones de transporte de pollos y pavos a los centros de procesado con el objeto de mejorar la calidad de la carne y la canal de los productos avícolas.

- Objetivo 10. Diseñar un novedoso dispositivo situado en el medio de transporte de terneros enfocado a monitorizar de las condiciones de transporte correlacionando con el dispositivo colocado en los animales con el objeto de controlar el estrés y mejorar la calidad de la carne, en concreto, minimizando la incidencia de pH elevados y carnes DFD, así como la de la canal.

Resultados

El desarrollo de los trabajos llevados a cabo dentro del proyecto mostraron los siguientes resultados.

Se ha realizado una primera aproximación de un intento de automatización del cálculo de la condición corporal en ganado vacuno de leche, y de la conformación en vivo en ganado vacuno de carne, utilizando imágenes de mapas de profundidad obtenidas mediante cámaras de infrarrojos basadas en técnicas de TOF. En ambos casos, las imágenes son tomadas desde una perspectiva cenital aprovechando pasillos en las instalaciones o jaulas de pesado. Después, utilizando técnicas de Visión Artificial, se han extraído automáticamente características de las imágenes que, posteriormente, alimentan a un algoritmo de clasificación que

proporciona el valor deseado. En este proyecto, se han probado con diversas características en las imágenes así como algoritmos de clasificación. Los resultados obtenidos en la condición corporal son muy prometedores, mientras que al respecto de la conformación en vivo es necesario todavía seguir trabajando al respecto de qué características extraer y tratando de obtener más variedad de imágenes aunque en ambos casos se ha igualado la valoración de los expertos humanos utilizando imágenes.

profesionales con la finalidad de corregir desviaciones sobre la subjetividad de la clasificación. Por último, el sistema ha sido escalado a un prototipo preindustrial con la incorporación de los elementos necesarios para poder ser implantado en un matadero industrial funcionando en modo piloto para clasificar las canales en tiempo real dentro del matadero. Los resultados obtenidos son la fabricación de un prototipo de clasificación que utiliza tecnologías asequibles capaces de clasificar actualmente 3 de las 6 categorías de conformación y las 5 categorías de engrasamiento con una fiabilidad alrededor del 80%.



Se ha desarrollado un algoritmo y una biblioteca de análisis GCA capaz de clasificar canales de vacuno a través de un dispositivo que suministra imagen RGB e información de profundidad. Por otra parte se ha obtenido una base de datos de animales tipo clasificados por diferentes

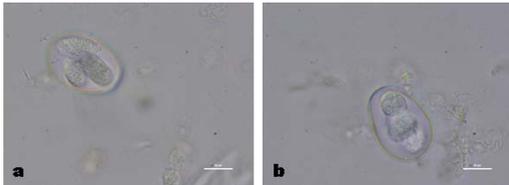
El prototipo permite ser instalado en la cadena de producción sin intromisión en la línea de procesado, y puede clasificar sin necesidad de detener las canales, en cualquier condición lumínica y sin necesidad de adaptaciones por parte del matadero. El prototipo desarrollado tiene margen de mejora que se producirá conforme se pueda seguir entrenando el sistema con la incorporación de más variabilidad de canales y sobre todo, con la incorporación de animales de las categorías que todavía no se pueden clasificar en estos momentos.

Por otra parte ha sido desarrollado un dispositivo de medición de constantes vitales en cebo de terneros y en vacuno de leche que se encarga de analizar las condiciones en las que se encuentran los animales (Vacas y Terneros) desde el punto de vista de diferentes parámetros individualizables para cada uno. Se buscaba obtener unos indicadores de estado de cada animal mediante el registro, procesado y análisis de variables como la temperatura corporal, el ritmo cardiaco o el movimiento entre otros. En este caso se trataba de un reto muy importante al trabajar con animales vivos, para intentar detectar y notificar ciertos sucesos o eventos que pueden generar un perjuicio para el animal y para la producción final. Como resultado se dispone de dos dispositivos adaptados a los dos tipos de animales que permiten obtener la información necesaria para realizar valoraciones de su estado así como de su evolución. Estos dispositivos se testaron en condiciones de stress para los animales y se validaron frente al análisis de biomarcadores sanguíneos y en leche



Los trabajos realizados en otro paquete del trabajo del proyecto han permitido avanzar en el desarrollo de un sistema de diagnóstico rápido de coccidiosis en heces de vacuno, basado en la utilización de un anticuerpo monoclonal frente a los coccidios de ternero, que permitirá realizar diagnósticos fiables mediante la técnica ELISA. Se han localizado y minimizado los puntos críticos del proceso de purificación de ooquistes de coccidios, logrando así por primera vez la obtención de aislados de parásitos purificados y estériles, con la potencialidad de ser utilizados en cultivo. Se ha conseguido determinar que las poblaciones de *Eimeria* presentes en las explotaciones gallegas pertenecen a las especies *E. bovis* (41,5%), *E. ellipsoidalis* (41,5%) y *E. auburnensis* (17%), lo que abre la posibilidad de focalizar la investigación hacia estas especies. Uno de los retos superados en este proyecto fue la obtención de esporozoítos mediante la agitación mecánica de los ooquistes esporulados que funciona con todas las especies de *Eimeria*, siendo el procedimiento ideal frente al recomendado en la bibliografía científica. Un hito relevante para la obtención de los anticuerpos y que abre la posibilidad del desarrollo de una vacuna es el desarrollo de cultivos celulares de esporozoítos en un

medio de cultivo de formulación propia. Esto ha permitido obtener sueros policlonales de ratón frente a *Eimeria spp* a partir de la sangre de los ratones inoculados y anticuerpos monoclonales de ratón frente a *Eimeria spp*, a partir de la fusión de células mielomatosas con células B procedentes del bazo de los ratones inoculados y su posterior aislamiento y selección.



En esta línea de investigación se ha llevado a cabo un intenso trabajo de campo para la recogida de muestras para el análisis del material parasitario en granjas de vacas de leche mediante el muestreo ruminal, además de la recogida de muestras de leche para el análisis de ácidos grasos, en granjas alimentadas con raciones convencionales o con raciones con elevados contenidos en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA).

La reducción del número de protozoos contribuye a la mejora de la eficiencia digestiva de los rumiantes en sistemas de explotación intensivos. Esta mejora se fundamenta principalmente en la reducción de bacterias metanogénicas “simbiontes” de protozoos y por consiguiente en las pérdidas de energía en forma de metano evacuado con el eructo. En consecuencia, contribuye a la reducción de la incidencia de cetosis en este período crítico de lactación. Se han encontrado evidencias de que la reducción del número de protozoos está asociada a la reducción de la saturación de la grasa de la leche, principalmente expensas del incremento ácido oléico y reducción del ácido esteárico. El grado de saturación de la grasa de la leche es un parámetro de fácil determinación con medición como una rutina más del control de calidad que se realiza en los laboratorios interprofesionales lácteos.



Se puede así detallar, como una rutina más y con un coste asumible, la composición de la grasa de la leche según las fracciones que a continuación se relacionan: i) Total ácidos grasos Saturados, ii) Total ácidos grasos insaturados, iii) Total ácidos grasos monoinsaturados y iv) Total ácidos grasos poliinsaturados. La conclusión es que el perfil de saturación de la grasa de la leche, valorado por el nutricionista de la explotación, teniendo en cuenta la composición de la ración, y junto al resto de parámetros de calidad de la leche (GB, PB, ESM, RCS, Lactosa, Crioscopía, UREA, etc), es un parámetro de fácil determinación que puede ser un indicador a tener en cuenta para evaluar la eficiencia digestiva de la ración y en definitiva, el mayor o menor riesgo de ocurrencia de cetosis y otras enfermedades metabólicas en el postparto.

Las Tareas desarrolladas dentro de la Actividad 2 han permitido, por un lado, el desarrollo de sistemas de monitorización ambiental en granjas de pavos y pollos. Una vez determinadas las condiciones óptimas se buscó definir un sistema de control que las aplique y las controle, que ha sido implementado y está siendo actualmente controlado para detectar posibles mejoras a corto plazo. Para ello se llevaron a cabo procesos de monitorización ambiental, integrando entre muchos otros parámetros novedosos como las concentraciones de gases, y el estudio de los resultados asociados a cada ciclo de producción que ayudaron a inferir unas reglas de

optimización que permiten llegar a resultados sorprendentes, al descubrir ciertas mejoras dentro de la variedad de granjas y la variedad en cuanto a sus condiciones de entorno. Se ha obtenido un equipo final validado por diferentes operadores que introduce novedades y se adapta a diferentes entornos y requisitos. Este sistema se denomina SAXGA: sistema Automático de Xestión de Granxas Avícolas.



De forma paralela fueron llevados a cabo los estudios de sistemas de monitorización en este caso climatológica al ser granjas abiertas, en granjas de vacuno. Estos trabajos concluyeron que existe una elevada prevalencia de coccidiosis en circunstancias que implica velocidad de viento alta y bajas presiones (en torno a los 930 milibares – borrasca). Cuando el ambiente se vuelve húmedo (higrometría 80-93%) prolifera el número de casos de coccidiosis, de ahí que los sistemas de control y monitorización ambiental se centren en mantener el ambiente seco (higrometría <70% y con temperatura media-alta). Además de una elevada estacionalidad en la incidencia de esta enfermedad.

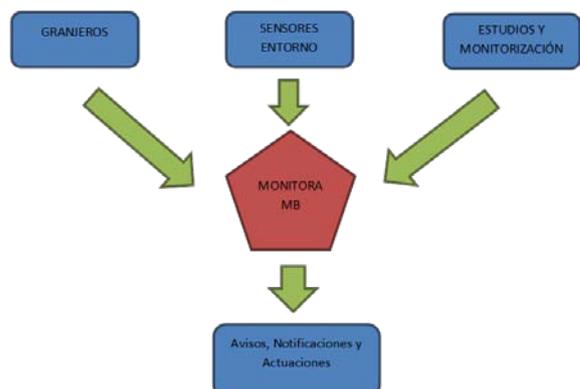


En paralelo se buscó el desarrollo de un

dispositivo que busca analizar entornos desde el punto de vista meteorológico y climatológico para mejorar la producción de terneros.



Como resultado final se dispone de un sistema de registro, procesado y notificaciones que permite tomar decisiones en función de una configuración a medida para las granjas de terneros. Existen notificaciones de varios tipos y está en desarrollo, como mejora, la automatización que permite controlar ciertos elementos del entorno de los terneros.



Finalmente fueron llevados a cabo unos estudios relativos al control del estrés de los animales en diferentes situaciones: i) situaciones de producción intensiva de terneros; ii) estrés ocasionado en situaciones de transporte de pollos y pavos y iii) estrés ocasionado en situaciones de transporte de terneros.

Se desarrollaron trabajos con el objetivo de testar el nivel de estrés crónico en terneros y el estrés puntual producido por el transporte en terneros y en pavos y que da lugar a carnes DFD y PSE, respectivamente y se han medido los indicadores de estrés de medio y corto plazo (cortisol, creatin kinasa y glucosa). Además se decidió analizar las condiciones de transporte de los camiones para contrastarlas con los resultados que se obtienen a la recepción de los animales en matadero en ambas especies y los que muestran los dispositivos para el control de las constantes vitales en terneros.

Se determinó una serie de parámetros como son la temperatura, la humedad, la velocidad, la distancia,... que debían ser medidos en unas determinadas condiciones, colocando los sensores en puntos predefinidos y específicos. Fruto de esta definición de variables se prepararon 2 prototipos diferentes en función del camión y la especie que se adecuaban a las especificaciones del comité de expertos asociado al análisis de las condiciones de transporte.

Finalmente, los resultados obtenidos en distintos ensayos en pollos de carne indican que las condiciones en que se realiza el transporte, particularmente la distancia recorrida y la estación del año, pero también la hora de llegada y el tiempo de espera, tienen una influencia altamente significativa sobre la mortalidad durante el transporte y los problemas de calidad de la canal.



Conclusiones

Se concluye por tanto que, el presente trabajo permite sentar las bases para la elaboración de un modelo de predicción multifactorial que permita reducir la incidencia de las problemáticas derivadas de la intensificación de la producción animal a través de cambios en la monitorización, diagnóstico y control, y por tanto en el manejo de los animales y el ambiente que les rodea. Sin embargo, resulta necesario continuar los trabajos de las líneas de investigación comentadas, debido a las constantes mejoras que se producen en el campo de las nuevas tecnologías.