

En el presente artículo se presenta una nueva forma de abordar los retos del sector del Ibérico desde la aplicación de las nuevas tecnologías de una forma real y eficaz.

# Las nuevas tecnologías y la montanera del cerdo Ibérico

M.A. Aparicio Tovar\*, J.D. Vargas Giraldo\* y A. Atkinson\*\*.

\* Facultad de Veterinaria. \*\* Escuela Politécnica.

Universidad de Extremadura.



Fuente: M.A.A.T.

La cría del cerdo Ibérico ha experimentado unas notables modificaciones en los últimos decenios. Tras las crisis de los años sesenta y setenta, los métodos y procedimientos de la porcicultura intensiva han ido introduciéndose paulatinamente. Sin embargo en los dos últimos quinquenios estos cambios se han implantado de forma profunda y rápida. No obstante, no se han aplicado nuevas tecnologías para satisfacer las demandas de mejora desde el propio sector.

En la actualidad el sector del cerdo Ibérico está experi-

mentando un crecimiento acusado en los últimos años, y necesita la adopción de innovaciones a fin de superar las limitaciones planteadas por: la escasez y carestía de mano de obra especializada, por la necesidad de optimizar los recursos naturales de la dehesa y por las exigencias de asegurar la trazabilidad de unos productos de excelente calidad y elevado precio.

Debido a este crecimiento, el sector necesita la adopción de innovaciones entendidas como "sinónimo de producir, asimilar y explotar con éxito

una novedad, en las esferas económica y social, de forma que aporte soluciones inéditas a los problemas y permita así responder a las necesidades de las personas y de la sociedad" (CE, 1996), a fin de superar las limitaciones planteadas por la escasez y carestía de mano de obra especializada, por la necesidad de optimizar los recursos naturales de la dehesa, por las exigencias de asegurar la trazabilidad de unos productos de excelente calidad y elevado precio. Por otro lado la accesibilidad a las nuevas tecnologías, permiten dar un

salto cualitativo en la cría del cerdo Ibérico, mediante soluciones imaginativas y eficaces compatibles con las condiciones exigibles de bienestar animal.

En este marco, a finales del año 2002 nos planteamos la posibilidad de monitorizar la montanera mediante la tecnología GPS. Una técnica que se ha empleado para la localización y seguimiento de animales salvajes como los trabajos efectuados por Rodgers y Anson (1994), Rempel *et al.* (1995), Moen *et al.* (1996), Edenius, *et al.* (1997), Janeau *et al.* (1998), Bowman *et al.* (2000), Janeau *et al.* (2004). Asimismo se ha empleado para la localización y seguimiento de animales marinos como los trabajos de Akesson (2002), Magnusson *et al.* (1994), Bloch *et al.* (1998), Metcalfe y Arnold (1997) y para el estudio del comportamiento de palomas mensajeras y perros, Steiner (2000).

También se ha estudiado el empleo de la tecnología GPS para el estudio de diferentes variables tales como el comportamiento, la elección de áreas de pastoreo, o la monitorización y seguimiento de animales domésticos. Es el caso de los trabajos de Comis, D. (2000), Fehmi y Laca (2001), Ganskopp *et al.* (2000), Ganskopp (2001), Bailey (2001), Schlecht, E. *et al.* (2004), Sickel *et al.* (2004), Turner *et al.* (2000), Ungar *et al.* (2005) sobre el ganado vacuno, o los de Hulbert, I.A.R. *et al.* (1998), Rutter, S.M. *et al.* (1997) o Cibils (2002) sobre ganado ovino.

Otros autores centran sus análisis en la utilización de sensores y sistemas integrados para la monitorización del ganado de diferentes especies, como es el caso de Frost *et al.* (1997), quien considerando el rápido avance de la tecnología aplicable a estos dispositivos prevé la difusión de los mismos ya que en su opinión "los sistemas de monitorización integrada tienen el potencial de mejorar la eficiencia de la producción y el control de calidad en las granjas, y permiten a los productores responder a la

presión de sus clientes sobre productos con unas especificaciones establecidas y una historia de producción conocida". Son numerosos los trabajos dedicados a las cuestiones relacionadas con los problemas metodológicos que plantea la utilización de esta tecnología como los de Moen *et al.* (1997), Rempel *et al.* (1997) Bowman *et al.* (2000), Dussault *et al.* (2001) o Adrados *et al.* (2002).

Sin embargo hasta el momento no hemos encontrado referencia alguna en la que se trate la aplicación de la tecnología GPS a la especie porcina, debido a que, salvo en España, el engorde del cerdo en régimen extensivo es una modalidad francamente inusual. No obstante, la cría de cerdo a campo comienza a interesar en algunas zonas del mundo con recursos naturales y razas autóctonas, como es el caso de algunos países hispanoamericanos, como Venezuela, México, Cuba y Uruguay; precisamente con cerdos criollos descendientes del Ibérico, o en Argentina donde se está practicando un cebo mixto con pienso y pasto, en las provincias de Santa Fe y Córdoba, con cerdos blancos, como lo acreditan los trabajos de González Araujo de la Universidad Central de Venezuela, Campagna de la Universidad Nacional de Rosario, Vadell de Montevideo y Ly en Cuba, entre otros. Asimismo Barbari de la Universidad de Florencia y Ferrari del CRPA-Reggio Emilia- están llevando a cabo investigaciones sobre sistemas de cría a campo con el Cinta Senese en Italia, una raza cuya potencialidad está siendo investigada por Franci de la misma universidad florentina.

### Conceptos básicos de la tecnología GPS y GPRS

En los últimos años los acrónimos GPS y GPRS han pasado a formar parte de nuestro entorno cotidiano. Los terminales telefónicos que utilizamos hoy día pertenecen mayoritariamente a la denominada segunda generación, dotados con la tecnología

GPRS. Los receptores GPS cada vez son más utilizados. Es habitual tomar un taxi dotado de GPS, los autobuses también comienzan a ir equipados con dispositivos similares e incluso en los vehículos son cada vez más frecuentes los navegadores con receptores GPS y cartografía integrada que facilitan los desplazamientos urbanos e interurbanos.

GPS es la abreviatura de Navstar GPS. Es el acrónimo



en inglés de NAVigation System with Time And Ranging Global Positioning System, (Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de Navegación por Tiempo y Distancia). La tecnología GPS es de origen militar pero su extensión a la vida civil ha sido muy rápida. Inicialmente se empleó para la navegación y la topografía, en la actualidad se emplea en numerosos campos, también en la ganadería como en el caso que nos ocupa.

El sistema GPS consta de tres segmentos: Segmento Espacial, Segmento de Control y Segmento de Usuarios.

El segmento espacial, consiste en un conjunto de 26 satélites que giran en órbitas casi circulares a una altura de unos 20.180 km cada 12 horas. El sistema europeo Galileo, cuyo funcionamiento está previsto para el año 2010, constará de 30 satélites, lo que proporcionará mayor grado de exactitud que el actual GPS. En cada momento se puede disponer de 4 satélites

visibles por encima de un ángulo de elevación de 15° en cualquier punto de la superficie terrestre. Para la mayoría de las aplicaciones, el número mínimo de satélites visibles deberá ser de cuatro. La experiencia ha demostrado que la mayor parte del tiempo hay por lo menos 5 satélites visibles. Cada satélite GPS lleva a bordo varios relojes atómicos de gran precisión que operan en una frecuencia fundamental de 10,23 MHz, que se emplea para generar las señales transmitidas. Los satélites transmiten constantemente en dos ondas portadoras. Estas ondas se encuentran en la

Existen diferentes métodos para obtener una posición empleando el GPS. El método a utilizar depende de la precisión requerida por el usuario y el tipo de receptor disponible. Básicamente los métodos empleados son los siguientes:

1. Posicionamiento absoluto. Es el más sencillo, aunque implica una mayor incertidumbre que puede oscilar entre 10 y 20 m para la componente planimétrica (XY). Los receptores utilizados en este modo son pequeños y de bajo coste.
2. Posicionamiento Diferencial Corregido. Consiste en

onda portadora al llegar al receptor. En modo diferencial, las precisiones pueden ser centimétricas para receptores en movimiento.

Las mediciones efectuadas por nosotros para la georreferenciación de la finca donde llevamos a cabo las experiencias de la campaña 2005-2006 tienen errores de centímetros, en modo diferencial corregido con postprocesado.

## GPRS

El GPRS es una tecnología utilizada en telefonía móvil que permite la transmisión y recepción de datos desde un terminal por medio de "paquetes". Las siglas proceden de los términos General Packet Radio Service o Servicio General de Paquetes por Radio. Esta técnica unifica el mundo de la telefonía móvil con el mundo de la IP para acceder a los proveedores de contenidos de Internet. Y a los efectos de nuestro proyecto permite la transmisión de la información recibida por el receptor GPS en el momento deseado.

## Material y métodos

La primera experiencia de aplicación de la tecnología GPS para la monitorización de la montanera fue realizada en la montanera 2003-04, en una explotación ubicada al sur de la provincia de Badajoz. La finca es una dehesa con una superficie de 311 ha, cercada perimetralmente y dividida en 8 cercados interiores para el aprovechamiento de los recursos, dispone de abrevaderos en cada cercado, de un pequeño embalse y de arroyos que se agostan en el verano. La vegetación está constituida por una cubierta herbácea de leguminosas y gramíneas pasícolas. No hay estrato arbustivo, ya que periódicamente se limpia la finca. El estrato arbóreo está constituido exclusivamente por encinas y alcornoques.

Los datos meteorológicos registrados en la zona de la experiencia durante los cinco últimos años, incluido el de la

banda L (utilizada para transmisiones de radio entre 390 y 1.550 MHz). Los receptores GPS utilizan los diferentes códigos para distinguir los satélites. Los códigos también pueden ser empleados como base para realizar las mediciones de pseudodistancia y calcular una posición.

El segmento de control consiste en una serie de estaciones de seguimiento y control de los satélites, actualiza la posición orbital de cada uno de ellos y predice su trayectoria para las siguientes 24 horas.

El segmento de usuarios comprende a cualquiera que reciba las señales GPS con un receptor, determinando su posición y/o la hora.

el empleo de, al menos, 2 receptores simultáneamente, uno permanece fijo en un lugar de coordenadas conocidas, y el móvil se desplaza a aquellos puntos sobre los que se desea obtener su posición. La incertidumbre en la posición oscila de 0,5 a 4 m.

3. Posicionamiento diferencial en código mediante satélite geostacionario. Este sistema se basa en la transmisión de la corrección diferencial en código desde uno o varios satélites geostacionarios.
4. Posicionamiento por diferencia de fase. Este es el método más preciso, y se basa en el estudio de la variación de la fase de la



Fuente: M.A.A.T.

experiencia, en el periodo de la "montanera" (octubre-febrero), han sido los siguientes: precipitación 300 l/m<sup>2</sup>; temperatura media 12,2 °C; temperatura media máxima 22,8 °C y temperatura media mínima 1 °C.

Antes de la realización de la experiencia, se hicieron pruebas sobre la calidad de recepción de la señal, dado que la finca tiene una orografía difícil, con cotas máximas de 699 m y mínimas de 540 m, una elevada densidad arbórea (60 pies/ha) de encinas y alcornoques en buen estado sanitario, lo que implica una intensa cobertura foliar. Las pruebas realizadas fueron satisfactorias, los navegadores, dentro del soporte de cuero, recibían una señal de buena calidad, tanto a cielo descubierto, como debajo de las copas de los árboles.

Dada la inexistencia de antecedentes del empleo de esta metodología en esta especie, realizamos los ensayos de la primera fase con unos equipos comerciales de navegación autónoma GPS, de reducidas dimensiones y peso.

La adaptación del dispositivo al animal nos planteó serias dificultades, dado que ante todo nos preocupaba una experiencia que no supusiera lesión o daño alguno para el animal e incluso que implicara las mínimas molestias, a fin de no interferir el comportamiento y los hábitos normales. Dadas las características anatómicas del cerdo, incrementadas por la particularidad que los animales elegidos, Ibérico negro lampiño, diseñamos unos arneses, consistentes en un habitáculo de cuero, sujeto al animal mediante una cincha elástica alrededor del tronco y unas cintas sujetas a las extremidades para evitar el giro alrededor del cuerpo. En el interior del habitáculo se instalaba el GPS rodeado de material sintético para protegerlo de los golpes. El peso total del equipo, arnés incluido, era de 557 g lo que representaba el 0,5% del peso vivo de los animales, cifra inferior al 2,2% indicado por Hulbert (1998) en ovinos.

Se aplicaron dos navegadores a dos cerdos elegidos al azar en un lote de 173 animales en tres momentos de la montanera, al principio, a la mitad y al final de la misma, en las fechas 28 de octubre, 11 de diciembre y 20 de enero y se recogieron los días siguientes respectivos. Los datos se descargaron con el programa Trackmaker, y se trataron adecuadamente para realizar los cálculos oportunos para la determinación los parámetros: distancia recorrida, tiempo de los desplazamientos y localización, para determinar las áreas en las que se habían desplazado en la finca. Posteriormente se solaparon las posiciones sobre ortofotografía de la zona a fin de disponer de la imagen con los trayectos realizados.

Se trabajó con: coordenadas WGS84 de navegación; parámetros de transformación a nivel global; ortoimagen de baja resolución del SIG Oleícola Español; Georeferenciación de la ortoimagen mediante puntos de control obtenidos directamente del servidor, contrastados con mediciones nuestras. Con esta metodología de trabajo, encontramos una serie de deficiencias como: capacidad de almacenamiento limitada a 2.000 puntos; limitación en la duración de las baterías; reducida exactitud posicional y radiométrica de la cartografía disponible y descarga de los datos máximo cada 24h.

Para subsanar estas deficiencias nos planteamos la conveniencia de buscar un procedimiento que nos permitiera conocer los datos posicionales sin necesidad de la complejidad del manejo de unos animales que pastorean en libertad en un área relativamente grande. Analizamos las posibilidades que ofrece la tecnología de radiofrecuencia, que tan buenos resultados ha dado en el seguimiento de animales salvajes, pero que en la actualidad resulta un tanto obsoleta. Analizamos igualmente las posibilidades del empleo de la tecnología RFID, pero se concluyó que no era aplicable en espacios abiertos.

# TATOMA

La gama más completa de  
mezcladoras sistema "Unifeed"  
y de INSTALACIONES ESTATICAS



## inversión de futuro



### GRUPO TATOMA

Grupo de Empresas Líder del sector  
METAL Y MONTAJES INDUSTRIALES  
en Monzón (Huesca), precisa

**TÉCNICO COMERCIAL (Ref. 6410)**  
MEZCLADORES E INSTALACIONES INDUSTRIALES  
PARA GANADERÍA

Misión: Se encargará de la venta de maquinaria a nivel nacional, así como de la gestión de clientes, búsqueda y negociación con distribuidores.

Persona: Se necesita una persona muy comercial, se valora su formación como Ingeniero Técnico Agrónomo o similar, debe aportar experiencia en el sector ganadero o similar. Imprescindible disponibilidad para viajar.

Oferta: Atractiva remuneración compuesta de fijo más variable y vehículo de empresa.  
Se garantiza total confidencialidad.

Rogamos introduzca su candidatura en nuestra web [www.ayarh.com](http://www.ayarh.com) o envíe su curriculum, acompañado de fotografía reciente y nº DNI, señalando la referencia correspondiente, a o por correo postal a:  
AYANet RRHH - C/ Biarritz 2-4, 50017, Zaragoza

**INGENIERIA Y MONTAJES MONZON S.L. (INMOSA)**

POLIG. IND. LAS PAULES 53-55 · 22400 MONZON · HUESCA · ESPAÑA  
Tel: 00 34 974 401 336 - Fax: 00 34 974 400 670

Dentro de las posibilidades técnicas existente, consideramos que la aplicación conjunta de la tecnología GPS con la GPRS para la transmisión de los datos recolectados por el receptor era la más adecuada. A partir de aquí buscamos un socio tecnológico y contactamos con la empresa de telefonía móvil Amena, dado que es una empresa dinámica e innovadora y cuenta con los recursos tecnológicos necesarios, con un potente departamento de I+D y una gran capacidad de innovación. Desde el principio apoyaron decididamente la idea y dedicaron un equipo de técnicos altamente cualificados al proyecto.

La primera acción fue el diseño de un prototipo equipado con un receptor GPS, un módem que transmitiera vía GPRS los datos recibidos, sensores de luminosidad, de temperatura ambiente, y con paneles solares para la recar-

para observar el grado de funcionamiento sin necesidad de acercarse a los animales. Posiblemente debido a este diseño y a la curiosidad innata de los cerdos, la incorporación de tres lucecitas de colores motivó un inusitado interés de la piara por el destello de los "leds" en la oscuridad, lo que motivó que a pesar de que el prototipo se había diseñado con una considerable solidez, no soportó los embates de las potentes mandíbulas de los cerdos.

En el segundo ensayo, se introdujeron algunas modificaciones en el diseño del dispositivo, como la eliminación de los leds externos. Quizás por este motivo no se produjo el mismo comportamiento agresivo. Detectada la falta de transmisión, y en consecuencia el incorrecto funcionamiento del equipo, se recogió y se observó la presencia de agua en el compartimiento de la batería lo que posiblemente afectó negativamente los circuitos y determinó el fallo de funcionamiento. La estanqueidad no fue suficiente para evitar la entrada de agua durante los baños de agua y lodo que gustan tomar los cerdos en libertad.

El dispositivo se programó para que transmitiera regularmente los datos recibidos a fin de poder hacer un seguimiento del posicionamiento del animal y evitar la saturación de la memoria.

En la presente campaña estamos colaborando con ingenieros de una empresa de ingeniería electrónica española y de Amena en el diseño de un nuevo prototipo más sofisticado, de menor tamaño, mayor capacidad de comunicación, peso más reducido y prestaciones más avanzadas. Este dispositivo ha sido ensayado en condiciones de campo el pasado mes de septiembre y está siendo empleado durante la montanera 2005-2006.

### Resultados de la experiencia realizada durante la montanera 2003-04.

Los objetivos propuestos eran: conocer la distancia recorrida por los cerdos durante

el pastoreo en montanera libre, conocer el régimen de actividad a lo largo del día y determinar el área de pastoreo en el interior de la finca, en tres momentos diferentes de la montanera, al principio, cuando se procede a la suelta de los animales, a la mitad y al final, para ver las posibles diferencias del comportamiento de pastoreo de los cerdos en cada uno de los momentos claves de esta fase.

Al principio de la montanera los animales realizan una importante actividad locomotora, motivada por la necesidad de la exploración y reconocimiento del nuevo espacio en el que se encuentran, y por la búsqueda y localización de los árboles productores de las bellotas de mayor calidad, que le lleva a recorrer casi 9 kilómetros en un día. Naturalmente la satisfacción de las necesidades alimenticias es básica. A mediados de la montanera, las necesidades exploratorias están satisfechas y los animales se mueven por la motivación básica de la búsqueda de alimento, una vez conocido el espacio disponible de la superficie de la finca y la ubicación de los árboles con los frutos más apetecibles. Esto permitiría explicar la disminución de la distancia recorrida hasta 3,8 km. Al final de la montanera la bellota y otros alimentos son más escasos y es necesario realizar un mayor esfuerzo para su búsqueda y selección, lo que permite comprender el aumento sustancial de la distancia recorrida, hasta más de 7 km (**Cuadro I**).

### Periodo de actividad

El análisis de la actividad locomotora de los cerdos a lo largo del día, revela dos periodos diferentes, uno de actividad y otro de reposo, que coinciden básicamente con el día y la noche, respectivamente, aunque hay diferencias en los patrones de comportamiento en este aspecto. Los coeficientes de correlación entre la distancia recorrida por los cerdos monitorizados en las tres experiencias así lo corroboran.



CUADRO I. Distancia recorrida por los cerdos monitorizados (km).

Experiencia	Cerdo A	Cerdo B
1	8,99	8,6
2	3,7	3,8
3	7,0	7,9

ga automática de las baterías a fin de prolongar el periodo de autonomía de la fuente de alimentación. Asimismo el prototipo contaba con un sensor que medía la fortaleza de la señal GPRS. Todo ello estaba montado sobre una base de plástico proyectado de gran resistencia. La aplicación del prototipo al animal se realizó mediante una cincha elástica, ajustada al cuerpo del animal. El peso de todo el dispositivo pesaba 1,1 kg.

El dispositivo disponía de diodos luminosos externos



En la primera experiencia los animales monitorizados recorren mayor distancia, pero concentran su actividad en las horas centrales del día. Se aprecia una acusada actividad desde las 11,00 hasta las 18,00 horas, seguida de un periodo de reposo para reiniciar la actividad a las 4,00 de la mañana.

A mediados de la montanera, los animales conocen la finca, saben donde están las mejores bellotas y en mayor cantidad, tienen un periodo

### Resultados de la experiencia realizada durante la montanera 2004-2005

A fin de mejorar los resultados obtenidos en las experiencias realizadas en la montanera 2003-04, durante la montanera siguiente, 2004-2005, se llevó a cabo una nueva experiencia piloto para la monitorización de cerdos Ibéricos mediante un sistema de GPS-GPRS. El objetivo primordial de esta experiencia era continuar con los trabajos

comoción apreciada fue menor que en la anterior debido a varias circunstancias, entre las cuales habría que incluir, a nuestro juicio, las desfavorables condiciones meteorológicas. En Extremadura no llovió desde el inicio del otoño, lo que dio lugar a la ausencia de pasto, esto provocó la disminución de la ingestión de bellota por parte de los cerdos. Esta situación se tradujo en una lentitud en el engorde de los animales que no se podía compensar con piensos por estar registrados en la Denominación de Origen Dehesa de Extremadura. El resultado fue una montanera extraordinariamente larga.

El área de pastoreo se concentra en las zonas de mayor densidad de encinas del cercado en el que se encontraba, lo que significa la zona de mayor cantidad de bellotas. Durante el periodo monitorizado el cerdo cubrió una extensión de 42,1 ha. Pero la mayor frecuencia de sus movimientos se desarrolló en un área de 21,5 ha.



Fuente: M.A.A.T.

de reposo más largo, un reinicio de la actividad más tarde en la mañana y en consecuencia se desplazan menos a lo largo del día.

En la tercera experiencia, la búsqueda de la alimentación les impulsa a desplazarse durante más tiempo, incluso durante periodo de oscuridad, lo que conlleva disminución del tiempo de reposo e incremento de la distancia recorrida.

A través de las ortoimages obtenidas tras la integración de los parámetros posicionales con la ortofotografía georreferenciada, se observan los lugares de preferencia para el pastoreo. Es interesante apreciar que los animales monitorizados manifestaron un comportamiento similar, tanto en la distancia recorrida cuanto en las pautas de actividad diaria. Incluso el trayecto realizado fue muy similar lo que nos indicaría un pastoreo realizado conjuntamente por los dos animales, dado que han transitado por las mismas zonas de la finca en cada una de las experiencias realizadas.

iniciados en la temporada anterior pero mediante la combinación de la tecnología GPS con la GPRS a fin de obtener los datos en tiempo real, sin necesidad de manipular el animal. Los resultados han sido positivos y muy esperanzadores desde un punto de vista científico-técnico.

La experiencia ha constado de dos ensayos. El primero duró unas horas, desde las 13,00 hasta el anochecer cesando la transmisión de datos al inicio de la noche, lo que impidió la recogida efectiva de datos. El segundo ensayo duró algo más de cuatro días, exactamente 4 días, 8 horas y 37 minutos.

Durante el segundo ensayo se recogieron un total de 170 conjuntos de datos de los siguientes parámetros: fecha, hora (hh:mm:ss), posición (longitud y latitud), temperatura, nivel de luminosidad, nivel de carga de las baterías y nivel de la señal de GPRS, en total 1.360 datos.

La distancia media recorrida fue de 4.675 metros al día. En esta montanera la lo-

### Conclusiones

Hasta aquí el resultado de los trabajos realizados, que han demostrado que es posible aunar tradición y tecnología, que es viable el empleo de una tecnología novedosa en un sector tradicional. Esperamos que las experiencias en curso nos aporten nuevos y útiles resultados que permitan dar un salto cualitativo en esta búsqueda de la optimización del aprovechamiento de los recursos naturales, cada vez más limitados, a la vez que obtener productos de la mayor calidad y seguridad dentro del respeto de las condiciones de bienestar animal. Y, asimismo, proporcionar a los gestores y propietarios una herramienta eficaz para la toma de decisiones.

*Las referencias bibliográficas se encuentran en poder de la redacción a disposición de los lectores interesados.*

*Agradecimientos: A Amena, a los propietarios de la Finca Cantillana y a la Junta de Extremadura por la financiación del proyecto 2PR03B028.*