



Collares GPS para ganado. Funcionamiento y estudio de la conducta de pastoreo

RAFAEL CELAYA AGUIRRE. Área de Sistemas de Producción Animal. rcelaya@serida.org

JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ DÍAZ. Fundación Centro Tecnológico de la Información y la Comunicación (CTIC RuralTech). joseantonio.gonzalez@fundacionctic.org

URCESINO GARCÍA PRIETO. Área de Sistemas de Producción Animal. urcesino@serida.org

Nuevas tecnologías para la geolocalización de los animales

Las nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) suponen un gran avance para la gestión de las explotaciones ganaderas, contribuyendo a mejorar su productividad y la calidad de vida de los ganaderos. La ganadería de precisión, mediante el uso de diferentes aparatos sensores, permite un control automatizado, continuo e individual de los animales, aportando información vital sobre su producción, salud y bienestar. Estas innovaciones se están implantando de manera creciente en ganaderías de tipo más intensivo (sobre todo en vacuno de leche y porcino), no tanto en las de régimen extensivo, donde los animales se manejan en

pastoreo, a menudo de forma libre en extensiones relativamente grandes, como en los puertos. En estos casos, los dispositivos GPS (Sistema de Posicionamiento Global) permiten conocer la localización y movimiento de los animales en tiempo casi real, facilitando en gran medida las labores de vigilancia a los ganaderos.

Además de su utilidad práctica en el manejo ganadero, los dispositivos GPS pueden ser muy útiles en etología (estudio del comportamiento) y la investigación de la interacción pasto-herbívoro, ya que aportan información muy valiosa sobre la conducta de pastoreo de las distintas especies animales y las preferencias sobre distintos tipos de pasto a lo largo del año, un conocimiento esen-

cial para maximizar la eficiencia de utilización de los recursos pascícolas en régimen extensivo.

En este artículo damos algunas nociones básicas sobre el funcionamiento, tipología y aplicaciones potenciales de los collares GPS, y describimos los resultados obtenidos mediante los mismos sobre la conducta de pastoreo de vacas, ovejas y cabras en pastos mixtos de monte.

Funcionamiento, tipologías y aplicaciones de los collares GPS

Hoy día la tecnología GPS está ampliamente extendida y hasta disponemos de ella en nuestros teléfonos móviles. Básicamente,

los dispositivos GPS son receptores que captan señales (microondas) emitidas desde varios satélites que orbitan alrededor de la Tierra, permitiendo la geolocalización más o menos precisa del dispositivo sobre la superficie terrestre. A su vez, los dispositivos pueden emitir esta información (mediante señal de telefonía móvil, o por antenas expresamente colocadas o satélite cuando hay baja cobertura) a aparatos remotos como ordenadores o móviles que cuentan con herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica), es decir, aplicaciones informáticas que permiten la visualización de las localizaciones sobre mapas digitales, así como el almacenamiento de la información asociada a esos geoposicionamientos.

↓
Figura 1.-Collares GPS colocados a una vaca, una oveja y una cabra en la finca El Carbayal (Illano). A la derecha se muestra el registro en SIG de la trayectoria de una vaca en una de las parcelas experimentales de la finca. Se aprecian varias localizaciones fuera del recinto marcado.



Actualmente existen numerosos tipos de collares GPS para ganado en el mercado con distintas especificaciones técnicas (frecuencia de señal, duración de la batería, sensores de temperatura, avisos por alerta, vallado virtual, etc.). Aparte de estas características, las diferencias principales estriban en la tecnología de comunicación que utilizan de base para transferir los datos relativos al geoposicionamiento del animal. A continuación, enumeramos los tipos de collar más usuales y sus principales características:

Collares de geolocalización por cobertura móvil GSM. Tecnología más básica de geolocalización de los rebaños en tiempo real, muy dependiente de la cobertura móvil del lugar donde pasten los rebaños a la hora de devolver señal, siendo los equipos más económicos para el ganadero. Estos collares serán objeto de análisis detallado en este trabajo.

Collares de geolocalización por cobertura LoRaWAN/Sigfox. Tienen el mismo funcionamiento que los anteriores, pero utilizan redes propias de comunicación de sensores (dispositivos IoT), pensadas para tener un bajo consumo y ser independiente de los despliegues de telefonía. Son una buena solución para eludir problemas de cobertura, pero tienen el inconveniente del coste añadido de la antena o repetidor, por lo que necesitan un número mínimo de collares para que la solución sea viable tecno-económicamente.

Collares de geolocalización por cobertura satélite. Cobertura individual y en todo el territorio sin necesidad de desplegar antena y repetidores. Son una buena solución para la geolocalización de rebaños en lugares remotos donde el número de individuos a monitorizar sea muy bajo. Son la solución más cara del mercado.

Collares de vallado virtual. La diferencia con respecto a los anteriores es que son capaces de entrenar al animal para que pascen en una zona acotada. Funcionan con cobertura móvil GSM para dar la geolocalización, pero una vez que se georreferencia el vallado virtual donde se quiere que pasten los animales, éstos se

geoposicionan sobre él en ausencia de cobertura.

Centrándonos en los collares de geolocalización por cobertura móvil GSM, además de poder realizar el seguimiento del ganado y observar sus recorridos, la incorporación de otros sensores permite detectar comportamientos anómalos, cojeras u otros problemas, entrada en celo, salidas de espacios de pastoreo previamente delimitados, etc. Aunque a menudo se habla de seguimiento “en tiempo real”, en la práctica esto no sucede así, ya que el dispositivo emite la información de su posición cada cierto tiempo (p.ej. cada media hora). De esta frecuencia de emisión de la señal depende en buena parte la duración de la batería; a mayor frecuencia de pulsación, menor duración. También hay dispositivos que no dependen de la batería, sino que se pueden recargar con luz solar mediante una pequeña placa fotovoltaica que lleva incorporada el collar emisor. Por término medio las baterías suelen durar unos seis meses, el equivalente a la estación de pastoreo en zonas de montaña.

El collar se coloca en el cuello del animal con el dispositivo GPS firmemente enganchado, quedando éste en el lateral del cuello (tercio superior), normalmente en el izquierdo (Figura 1). El collar tiene que quedar bien firme, pero sin apretar demasiado, de forma que no se mueva ni rote alrededor del cuello. Se suele enganchar un contrapeso de unos 400-500 g al collar en la parte baja del cuello para que la posición del dispositivo quede fijada. El usuario puede acceder a la aplicación SIG a través de un móvil u ordenador para observar la posición del animal y el recorrido realizado en las últimas 20-24 horas (ver ejemplo en la Figura 1). Normalmente las aplicaciones ofrecen la opción de trazar el perímetro del recinto donde se ubica el animal, de manera que se pueden recibir alertas cuando el animal sale del recinto marcado. Si el dispositivo cuenta con sensor de temperatura, también se pueden recibir alertas por temperaturas demasiado altas o bajas. Otra información útil incluye alertas por alta o baja actividad, de celo, parto, batería baja, etc., previa configuración del usuario.



Calidad y fiabilidad de los registros obtenidos

Dentro del proyecto MEATGIT, en 2022 se probaron 16 collares GPS (marca Digitanimal) en la finca de monte El Carbayal, situada a 800-1000 m de altitud en el concejo de Illano. Los collares, configurados para envío de señal por cobertura móvil cada 30 minutos, se colocaron a 8 vacas, 4 ovejas y 4 cabras que pastaban en distintas parcelas de acuerdo a un diseño experimental factorial de 2 tipos de rebaño (vacuno vs mixto de vacuno+ovino+caprino) x 2 regímenes de pastoreo de vacuno (continuo vs rotacional) con 2 repeticiones (8 parcelas, un collar por especie y parcela). Para comprobar el funcionamiento de los collares en condiciones reales, en 20 días de junio a noviembre se realizaron conteos en la aplicación SIG de los registros y localizaciones de cada animal en las últimas 23 horas (las que se pueden observar en la aplicación en modo usuario), contabilizando los registros situados fuera de la parcela donde se ubicaba el animal.

Se obtuvo un promedio global de 31,2 registros por día y animal, observándose grandes diferencias entre dispositivos, con un promedio mínimo de 8,0 registros/día en una de las vacas y uno máximo de 41,2 en una de las cabras. Aunque en principio estas diferencias se podrían deber a la distinta cobertura de señal en cada parcela, se comprobó que los dispositivos

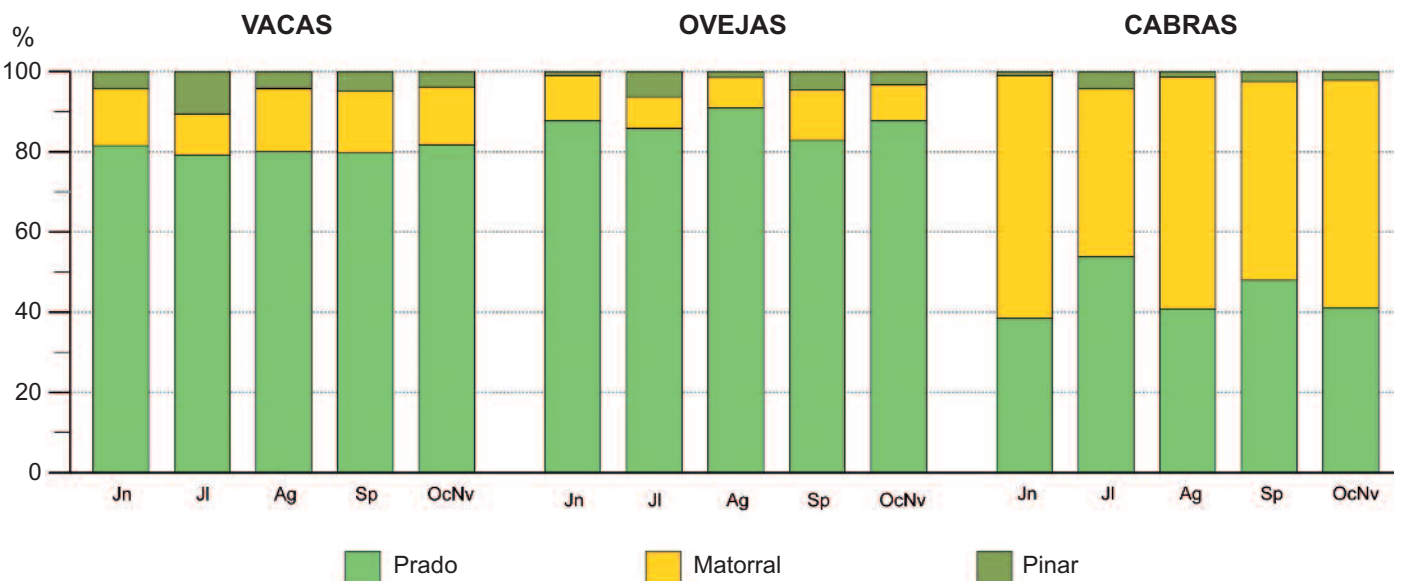
positivos más antiguos (adquiridos en 2021) eran los que menos registros aportaban, por lo que los nuevos modelos adquiridos en 2022 ofrecieron mejores prestaciones. Teniendo en cuenta que el máximo de registros diarios observables era de 45 o 46 (dependiendo del dispositivo y del día), el promedio de faltas diarias (13,6 por animal y día) supuso un 30% del total de registros observables en teoría.

Los registros localizados fuera de parcela (ver ejemplo en la Figura 1) se consideraron como errores por falta de precisión en la geolocalización, dado que, en los días de control, ninguno de los animales que llevaban collar había salido de su parcela. El promedio de errores diarios fue de 1,1, suponiendo un 3,5% de los registros contabilizados. Muchos de estos errores se registraban en las horas nocturnas, posiblemente debido a las posturas que adopta el animal cuando descansa, dificultando la recepción precisa de la señal satelital por el dispositivo GPS.

Estudio de la conducta de pastoreo

Para estudiar la conducta de pastoreo de los animales, en los mismos 20 días se realizaron conteos de las localizaciones de cada animal en los tres tipos importantes de vegetación presentes en las parcelas experimentales: prado, matorral de

↓
Figura 2.-Variación mensual en la utilización porcentual de los distintos tipos de pasto (herbáceo, arbustivo y arbóreo) de la finca El Carbayal por vacas, ovejas y cabras. Se ilustran los porcentajes del tiempo de pastoreo diario, excluyendo las geolocalizaciones registradas como negativas (sin actividad de pastoreo).



brezal-tojal y pinar (pequeños enclaves presentes en 6 de las 8 parcelas). Las localizaciones registradas a una distancia próxima de la anterior, de menos de 10 m, se apuntaron como negativas (sin actividad de pastoreo).

En el global de días examinados, el tiempo de pastoreo fue mayor en vacuno que en los pequeños rumiantes (64% vs 59% del total de registros). En cuanto a la utilización porcentual de las distintas comunidades vegetales, las cabras pastaron durante mucho más tiempo en el matorral que las vacas y las ovejas (52% vs 12%; Figura 2), tal como hemos observado previamente en la misma finca (García Prieto *et al.*, 2009). Al contrario, los prados fueron más utilizados por las vacas y las ovejas que por las cabras. No hubo diferencias significativas entre las tres especies en el tiempo de pastoreo empleado en los pinares (4% de media). Examinando los cambios a lo largo de los meses, no se aprecian tendencias marcadas en la conducta de vacas y ovejas, mientras que las cabras mostraron ciertos altibajos en el uso porcentual de prados y matorrales sin un patrón temporal claro (Figura 2). Los datos de octubre y noviembre se unieron porque al final de la estación de pastoreo varios de los collares iban dejando de emitir señal por el agotamiento de las baterías.

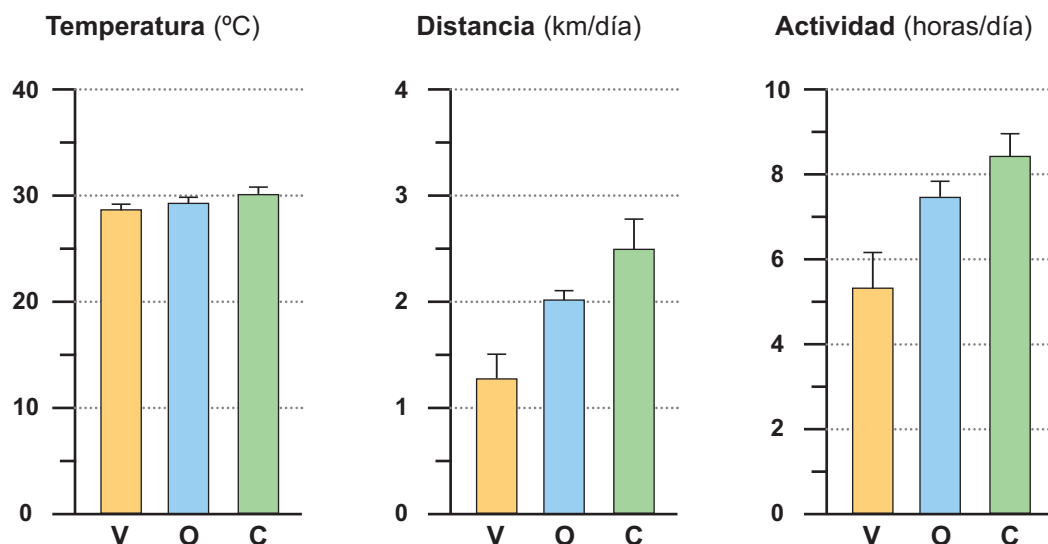
Los tipos de manejo estudiados en las vacas (composición del rebaño y régimen continuo o rotacional) no afectaron a su actividad de pastoreo, si bien el tiempo

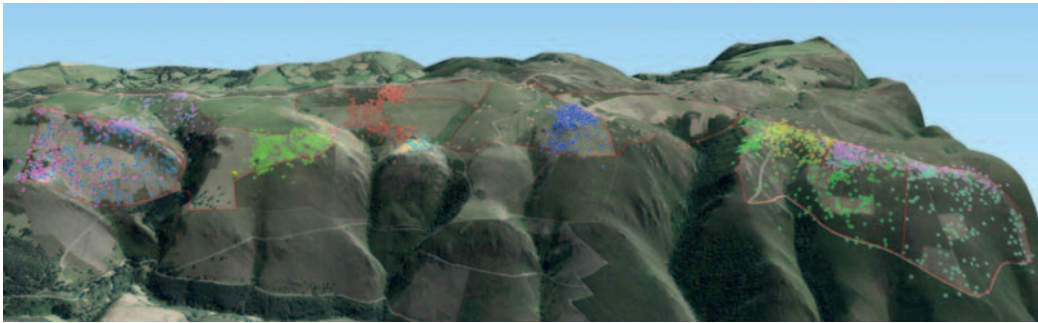
que empleaban pastando en prados tendió a reducirse más a partir de agosto en pastoreo mixto respecto al monoespecífico. Esto pudo deberse a una mayor presión de pastoreo ejercida sobre el pasto herbáceo de mayor calidad cuando las vacas pastan junto con ovejas y cabras (Benavides *et al.*, 2009). El régimen de pastoreo del vacuno no llegó a afectar a la conducta de las ovejas y las cabras, puesto que éstas, al contrario de las vacas en pastoreo rotacional, podían acceder libremente a la totalidad de la parcela.

Información adicional aportada por los collares GPS

La aplicación SIG de los collares utilizados en este proyecto, además de mostrar las localizaciones, también facilita información sobre otros parámetros relativos al bienestar animal, como la temperatura, distancia recorrida y actividad (actual y semanal), que ayudan al ganadero a entender el comportamiento en pastoreo de los animales. Estos datos también se registraron en los mismos 20 días en los que se contabilizaron las localizaciones de los animales. Los promedios globales de la temperatura semanal no difirieron entre las tres especies de ganado (28,7-30,2 °C; Figura 3), siendo estos registros unos 9-10 °C menores que la temperatura rectal normal de estas especies. Los registros mensuales mostraron un incremento de la temperatura de junio a julio para volver a disminuir en los meses siguientes, en co-

→ **Figura 3.**-Registros globales de temperatura, distancia recorrida y actividad obtenidos mediante collares GPS en vacas (V), ovejas (O) y cabras (C) pastando en pastos de monte de la finca El Carbayal (promedios de 8 vacas, 4 ovejas y 4 cabras en 20 días de junio a noviembre).





←
Figura 4.-Densidad de localizaciones de los animales en parcelas de la finca El Carbayal durante la primera semana del mes de julio del 2023.

relación con la temperatura ambiental registrada en la finca.

En cuanto a los registros semanales de distancia recorrida y actividad, las medias globales fueron significativamente mayores en las cabras que en las vacas, siendo intermedias en las ovejas (Figura 3). Las distancias recorridas no se vieron afectadas por el mes de registro, mientras que la actividad máxima se registró en julio y tendió a disminuir en los siguientes meses.

Estudios y aplicaciones futuras

Los collares de geolocalización son la base de la denominada ganadería de precisión y digitalización animal y del desarrollo de sistemas de pastoreo inteligente. Esta tecnología abre la puerta a la generación de espacios de datos, fruto del almacenaje continuo de la información, que, puestos en correlación con otras variables como cobertura vegetal, pendiente, orientación, etc., permitirán el desarrollo de sistemas de pastoreo sostenibles. Su cruce con los SIG permite la automatización de asignación de geolocalizaciones a tipos de pasto y su conteo-computación, y la obtención de mapas de densidad indicadoras de la carga ganadera y presión de pastoreo ejercida, así como su representación en 3D mediante la elaboración de gemelos digitales (Figura 4). Por su parte, los cercados virtuales abren la puerta al control de la vegetación con animales de manera automática y ahorrando los costes de cercado, lo que se traduce en una extrema versatilidad que convierte a la ganadería extensiva en un potente aliado para enfrentar desafíos como los incendios forestales.

En conclusión, los collares GPS suponen un avance tecnológico de gran utili-

dad práctica en la ganadería extensiva, permitiendo conocer la ubicación de los animales en pastoreo en tiempo casi real y pudiendo anticipar problemas de diversa índole gracias a la observación de conductas anómalas. En la investigación ganadera, estos dispositivos permiten estudiar la conducta animal de las distintas especies de herbívoros domésticos, aportando información abundante y valiosa sobre la misma, incluyendo las horas nocturnas, sin tener que recurrir a su seguimiento y registro de movimientos sobre el terreno.

Agradecimientos

El proyecto MEATGIT (PID2020-12060 1RR-I00) está financiado por la Agencia Estatal de Investigación. El primer autor forma parte del grupo de investigación NySA (Nutrición y Sanidad Animal) del SERIDA, financiado por el Gobierno del Principado de Asturias (PCTI 2021-2023, GRUPIN: IDI2021-000102) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). Agradecemos al personal de la finca El Carbayal el cuidado y manejo de los animales.

Bibliografía

- BENAVIDES, R.; ROIG, S.; CELAYA, R.; FERREIRA, L. M. M.; OSORO, K. (2009). Sistemas silvopastorales de montaña: gestión pastoral en comunidades de brezal-tojal. En: *5º Congreso Forestal Español. Montes y sociedad: Saber qué hacer*, Ref. 5CFE01-250, pp. 2-16. Sociedad Española de Ciencias Forestales, Junta de Castilla y León, Ávila. [Enlace]
- GARCÍA PRIETO, U.; MARTÍNEZ MARTÍNEZ, A.; CELAYA, R.; OSORO, K. (2009). Estrategias para la puesta en valor de zonas desfavorecidas. Jornada técnica demostrativa (Illano, 23 de junio de 2009). SERIDA, Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias, Oviedo. [Enlace] ■

