

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO ANIMAL GEORREFERENCIADO PARA GANADERÍA DE PRECISIÓN.

Gorandi, Ezequiel Ricardo, INTA, gorandi.ezequiel@inta.gob.ar

Moltoni, Andrés Fernando, INTA, moltoni.andres@inta.gob.ar

Clemares Nicolás, INTA, clemares.nicolas@inta.gob.ar

Resumen— Con el desarrollo de las nuevas TICS, la ganadería de precisión se ha convertido en una herramienta fundamental para incrementar la eficiencia en los procesos productivos y posibilitar un mejor posicionamiento en los mercados. En este marco, el presente trabajo expone el diseño y evaluación de un sistema de monitoreo animal georreferenciado como insumo para investigadores de la producción ganadera. Consta de un collar con tecnología GPS y un servidor web que permite el almacenamiento y la recepción en tiempo real de los datos generados por el mismo. Se realizaron ensayos en diversas zonas del país para estudiar la etología animal, incluyendo patrones de pastoreo en sistemas extensivos y silvopastoriles. También fue utilizado en el estudio del comportamiento de perros pastores para la protección de ovinos en la Patagonia. Los resultados demuestran la robustez del sistema y los beneficios de su uso para los investigadores.

Palabras clave— *Agroelectrónica, TICS, Georreferenciación, Etología Animal, Trazabilidad.*

1. Introducción

La incorporación de innovaciones tecnológicas referentes a la informática y a las telecomunicaciones forma parte de un nuevo paradigma tecno-productivo basado en actividades intensivas en conocimiento. Esto incide en las actividades económicas de tal manera que genera cambios en las formas de organización del trabajo y en los mismos parámetros de la eficiencia productiva [1]. La producción ganadera no escapa a este contexto, y la recopilación de datos mediante la utilización de TICS (tecnologías de la información y la comunicación), permite obtener información de gran relevancia para la toma de decisiones.

La utilización de sistemas GPS (sistema de posicionamiento global) permite conocer la distribución espacial de los animales, y, a partir de esta información, inferir conclusiones sobre su comportamiento. Esto ayuda a entender ciertos resultados productivos no esperados, dado que este no puede manifestar su potencial si no satisface sus necesidades mínimas. Así, la etología ayuda a comprender estas necesidades de forma efectiva y coherente, disminuyendo la posibilidad de interpretaciones empíricas en las observaciones de los animales [2].

Por otra parte, el flujo transfronterizo de alimentos en diferentes estados de transformación trae aparejado un alto riesgo de contaminación de los productos agroalimentarios y de transmisión de enfermedades. Esta situación ha derivado en una creciente gravitación de las regulaciones, aumentando las exigencias en cuanto a etiquetado, trazabilidad y certificación

de los mismos [3]. Actualmente no es común el uso herramientas de trazabilidad con sistemas GPS en producciones ganaderas. Sin embargo, considerando el avance progresivo de las tecnologías electrónicas y la continua disminución del costo de las mismas, es posible pensar en futuros escenarios donde la georreferenciación de los animales y la traza del recorrido realizado por los mismos, permita generar valor agregado al brindar información sobre los procesos de producción utilizados.

En este contexto, se ha diseñado en el laboratorio de electrónica del Instituto de Ingeniería Rural (IIR), perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), un collar para monitoreo animal basado en tecnología GPS. Se ha estado trabajando con estos sistemas desde el año 2010 en conjunto con investigadores de distintas Estaciones Experimentales de INTA como son las de Santa Cruz, La Rioja, Balcarce, Famaillá, Cerrillos, San Luis, Bariloche y Colonia Benítez [4]. Se ha utilizado en distintas temáticas como en el análisis del consumo y comportamiento ingestivo en sistemas silvopastoriles, análisis de etología animal y seguimiento de rodeos de trashumancia de productores de tipo familiar. También se ha empleado como herramienta para el análisis de patrones de distribución e interacción entre perros pastores ovinos en sistemas extensivos. [5].

El objetivo del presente trabajo es la evaluación del funcionamiento del collar en dos ensayos realizados en Argentina, donde se trabaja con producción animal en sistemas silvopastoriles.

2. Materiales y Métodos

El sistema a evaluar se trata de un collar con tecnología GPS, que permite georreferenciar los animales monitoreados y trazar el recorrido realizado. Además se emplea una aplicación web mediante la cual los usuarios pueden almacenar los datos obtenidos en un servidor, ubicado en el IIR (INTA-Castelar), y acceder a los mismos remotamente.

El sistema electrónico implementado en el collar posee un módulo GPS comercial que obtiene las coordenadas instantáneas de la posición y se comunica mediante un protocolo NMEA 0183 (Asociación de Electrónica de la Marina Nacional, Estados Unidos). El sistema desarrollado ha sido configurado para aceptar sólo aquellos datos que hayan sido obtenidos con un HDOP (Dispersión de la precisión horizontal) igual a uno. Esto permite minimizar el error asociado a la medición, pero exige la visualización de una cantidad de satélites mayor, en comparación a otras configuraciones menos precisas, dificultando así la fijación de posición.

La frecuencia de muestreo del módulo GPS es configurable en el orden de los minutos. Sin embargo, es necesario aclarar que esta configuración es determinante para la autonomía del collar. Para incrementarla, el microcontrolador apaga el módulo GPS durante el lapso de tiempo entre cada muestra. Cada vez que el módulo es encendido nuevamente, ingresa en un modo de funcionamiento denominado “Cold Start”, en el cual se encarga de localizar la constelación de satélites visibles y calcular las coordenadas de su posicionamiento. El software implementado en el microcontrolador ha sido configurado para permitir al módulo GPS buscar dichos satélites durante 90 segundos. En condiciones normales esto debería ser suficiente dado que demora típicamente 45 segundos o menos si la recepción de la señal satelital es lo suficientemente alta y las interferencias son bajas.

Además se utiliza un microcontrolador de 8 bits que es el encargado de interrogar, a intervalos de tiempo prefijados, al módulo GPS, procesar la información y almacenarla en una memoria EEPROM (Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente). Este sistema se alimenta con tres pilas recargables del tipo AA, con una capacidad 2100 mAh cada una.

Los datos almacenados en la memoria del collar se descargan a una pc utilizando un protocolo de comunicación serie de 9600 baudios. Para ello se ha desarrollado una aplicación basada en el lenguaje de programación Python, compatible tanto con sistemas Windows como Linux, que genera un archivo binario (de extensión “.bin”).

La aplicación web ha sido construida utilizando framework Symfony 2, basado en el lenguaje de programación PHP (Pre Hypertext-processor). Esta permite la carga de los datos recolectados y el almacenamiento de los mismos en el servidor. Estos pueden ser visualizados remotamente, en una funcionalidad basada en una API (interfaz de programación de aplicaciones) de Google Maps, o bien ser descargados en un archivo de formato csv (valores separados por coma) para ser analizados con cualquier software SIG (sistema de información geográfica).

Los ensayos realizados para evaluar el sistema descrito anteriormente, se han realizado en dos zonas de la Argentina:

La zona 1 (Figura 1) se ubica en Chamental, provincia de La Rioja, alrededor de las coordenadas 29°59'22.0"S 65°51'25.4"W. En esta zona se ha trabajado con ganado bovino. En este ensayo se trabajó con ganado bovino y se utilizaron 6 collares que registraron datos entre 10 y 12 días, dependiendo de la autonomía que presentaron cada uno de ellos. El tiempo entre muestras se configuró en 10 minutos. Esta zona presenta leves lomadas y vegetación abundante que podría interferir con la señal GPS. Se observa presencia de quebrachos blancos, con una altura promedio de 5 metros, y arbustales formados por especies como jarilla, breas, tititacos, con una altura promedio de 2,5 metros.

La zona 2 (Figura 2) se ubica en un cuadro de la Estancia Monte Dinero, sureste de la provincia de Santa Cruz. Para este ensayo se trabajó con ganado ovino y se utilizaron 8 collares que registraron datos entre 12 y 17 días tomando muestras cada 5 minutos. Vale aclarar que las baterías utilizadas en este ensayo poseen más capacidad que las utilizadas en el ensayo anterior, lo que permitió incrementar la autonomía y utilizar una frecuencia de muestreo mayor. Esta zona corresponde a una estepa con presencia de vegetación con una altura promedio de 80 centímetros.



Figura 1. Zona 1 de ensayo.
Fuente: <https://maps.google.com/>



Figura 2. Zona 2 de ensayo.
Fuente: <https://maps.google.com/>

3. Resultados y Discusión

Se ha observado que el sistema se ha comportado adecuadamente durante los ensayos realizados.

En las tablas 1 y 2 se presenta el porcentaje de datos perdidos para cada uno de los collares estudiados. Los datos perdidos se generan cuando, durante la etapa “Cold Start”, el módulo GPS no es capaz de fijar una posición válida con un HDOP igual a 1. En este caso el GPS envía una trama indicando el error y el microcontrolador la registra en la memoria. Puede observarse que el porcentaje para ambos ensayos son considerablemente bajas.

Contrariamente a lo esperado, este valor es mayor para el ensayo realizado en la zona de Santa Cruz donde la vegetación es menor. Es difícil concluir fehacientemente la razón por la cual se ha producido este resultado, sin embargo es posible que la posición austral de esta zona afecte la precisión del sistema GPS y dificulte la obtención de un dato válido para el HDOP utilizado [6]. Por otro lado, podemos observar que las características de la zona 2, descritas anteriormente, no tuvieron una incidencia considerable sobre la pérdida de datos.

Tabla 1. Cantidad de datos obtenidos y datos perdidos para el ensayo en la Zona 1.

| Collar N° | Total de datos | Cantidad de datos perdidos | Porcentaje de datos perdidos (%) |
|--------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 1462 | 7 | 0,48 |
| 2 | 1642 | 22 | 1,34 |
| 3 | 1863 | 12 | 0,64 |
| 4 | 1862 | 7 | 0,38 |
| 5 | 1577 | 5 | 0,32 |
| 6 | 1582 | 16 | 1,01 |
| Total | 9988 | 69 | 0,69 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2. Cantidad de datos obtenidos y datos perdidos para el ensayo en la Zona 2.

| Collar N° | Total de datos | Cantidad de datos perdidos | Porcentual de datos perdidos (%) |
|--------------|----------------|----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 4128 | 131 | 3,17 |
| 2 | 4109 | 145 | 3,53 |
| 3 | 4595 | 60 | 1,31 |
| 4 | 3686 | 38 | 1,03 |
| 5 | 4852 | 38 | 0,78 |
| 6 | 5062 | 79 | 1,56 |
| 7 | 5164 | 53 | 1,03 |
| 8 | 3849 | 27 | 0,70 |
| Total | 35445 | 571 | 1,61 |

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos han permitido trazar el recorrido de los animales evaluados. En la Figura 1 y la Figura 2 puede observarse los resultados generados por un animal durante 24 horas de uso, para cada uno de los ensayos. En este caso, la ubicación en el mapa y el trazado del recorrido es realizada por la aplicación web ya mencionada.



Figura 3. Recorrido realizado por un animal en la Zona 1 durante un período de 24 horas.

Fuente: <http://agroelectronica.inta.gob.ar/>

5. Referencias

- [1] ALBORNOZ IGNACIO (2006). Informática para el sector agrícola y ganadero en la Región Pampeana. In: DELFINI, M.; DUBBINI, D.; MANUEL, L; RIVERO, I. Innovación en tramas productivas de Argentina. Universidad Nacional de General Sarmiento. p 349.
- [2] PARANHOS DA COSTA, M.J.R. (2002). Ambiência e qualidade de carne. In: L.A. Josahkian (ed.) Anais do 5 o Congresso das Raças Zebuínas, ABCZ: UberabaMG pp. 170-174.
- [3] MOLTONI,A.; IRURUETA M.;NEGRI LIVIA.; DURO SEBASTIAN (2010). Evaluación de collares para rastreo de animales basados en tecnología GPS. En Actas del *World Congress and Exhibition Engineering 2010 Argentina*.
- [4] GORANDI E.; CLEMARES N.; MOLTONI A (2015); Collar con tecnología GPS para monitoreo animal. *Investigación y Desarrollo en Electrónica* ISSN: 2468-9696. Buenos Aires a. 2015 n. 2.
- [5] ORMAECHEA, S.G., MOLTONI, A., PERI, P.L (2014). Patrones de distribución e interacción entre un perro pastor y un ovino en un sistema extensivo de Patagonia Sur. *37º Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal – RAPA 2014* Vol. xy, Supl. 1.
- [6] PAUL CORREIA (2012). *Guide pratique du GPS*. PARIS: Eyrolles. 246p.