

MONITOREO DE MOVIMIENTOS ENTRE ARBUSTOS PARA UNA GANADERÍA SOSTENIBLE

Judith Aviña Hernández^{1*} y Juan José Montes Sánchez²

¹Programa de Agricultura en Zonas Áridas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnología. La Paz, Baja California Sur, México. judithavin04@gmail.com

²Programa de Agricultura en Zonas Áridas, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías - Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. Guerrero Negro, Baja California Sur, México. jmontes@cibnor.mx

*Autor de correspondencia

Pareciera que cabras y vacas deambulan sin dirección por matorrales del oasis de Los Comondú, pero el uso de herramientas de percepción remota ayuda a identificar los patrones de movimiento que el ganado realiza en condiciones de pastoreo extensivo tradicional.

El pastoreo extensivo es el sistema ganadero más importante en las regiones áridas y semiáridas del mundo. Este sistema de producción implica que el ganado se alimente principalmente en el agostadero, conformado por ambientes naturales como pastizales, matorrales, bosques y humedales. En estas regiones la vegetación cambia a lo largo del territorio y del año, lo cual causa que el ganado recorra diferentes distancias y se distribuya en diferentes áreas a lo largo del día y entre temporadas. Estos movimientos indican la manera en que el ganado hace uso del recurso, influenciado por sus necesidades de alimentación y las prácticas de manejo que realizan los rancheros.

En las regiones áridas y semiáridas de México, la producción ganadera es dominada por un sistema extensivo tradicional en tierras ejidales de uso comunal. Históricamente en las regiones desérticas, los oasis se han convertido en paisajes bioculturales que han permitido el desarrollo de la ganadería. El oasis de Los Comondú (San Miguel de Comondú y San José de Comondú) en el estado de Baja California Sur, México, se encuentra dentro de la región desértica peninsular. A sus alrededores, en las serranías y planicies, predomina la

vegetación de matorral sarcocaula compuesta por una amplia variedad de arbustivas leñosas como palo fierro (*Olneya tesota*), mesquite (*Prosopis articulata*), gobernadora (*Larrea tridentata*), cactus como la pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), cholla (*Cylindropuntia cholla*), cardón (*Pachycereus pringlei*), entre otros. En esta región los matorrales se utilizan para la ganadería extensiva enfocada a la cría de caprinos (*Capra hircus*) y bovinos (*Bos taurus* x *B. indicus*). La mano de obra suele ser de tipo familiar y la producción se concentra en queso y animales; por ejemplo, becerros para los corrales de engorda y cabritos lechales (lactantes) para consumo.

El movimiento de los animales en pastoreo extensivo es influenciado por las condiciones de distribución irregular y heterogénea de la vegetación que representan cambios en la abundancia y calidad del alimento. Esto impulsa cambios en el comportamiento animal, como lo son la distancia de los recorridos diarios, el tamaño del área de pastoreo (contracciones y expansiones), la migración estacional del área de pastoreo, e incluso genera alteraciones en la condición corporal y en los requerimientos fisiológicos (e.g., energía, proteína, minerales, agua y masa o volumen de alimento) causado por la actividad de pastoreo (i.e., caminar). En adición, situaciones de origen social, cultural y económico como la seguridad, la tenencia de la tierra, la organización entre los pobladores y precio del producto en el mercado influyen en las prácticas de la ganadería extensiva.

La ganadería de precisión es un concepto basado en el uso de sensores remotos capaces de coleccionar datos en tiempo real y softwares para el procesamiento de estos datos, que en conjunto ofrecen información de los animales



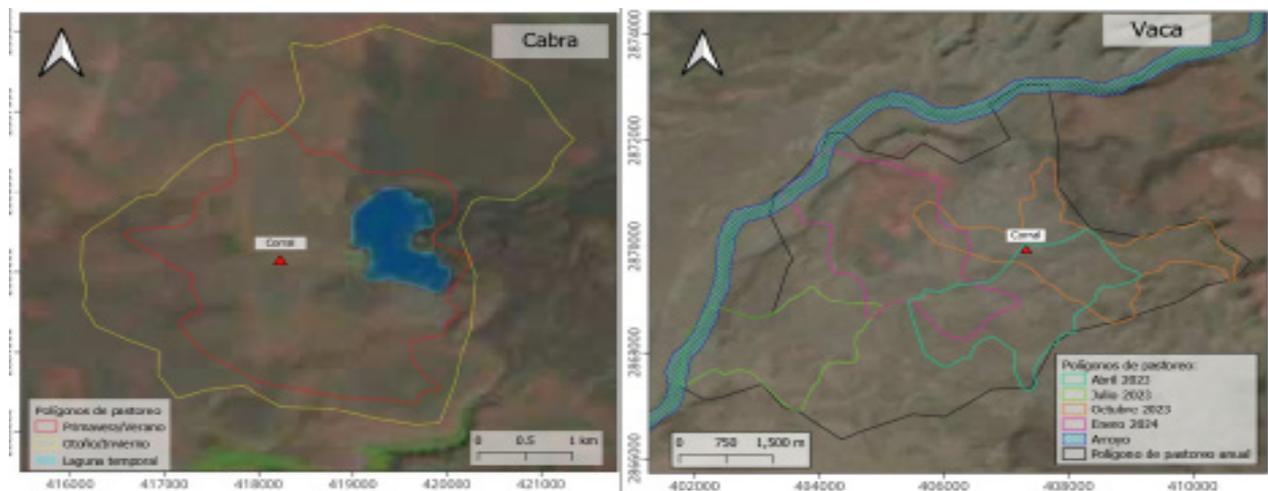
Cabra y vaca monitoreadas con dispositivo GPS en el oasis de Los Comondú, Baja California Sur, México. Fotografías: Judith Aviña Hernández.

para tomar decisiones de gestión específicas. El sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés) se ha convertido en una herramienta importante para rastrear el movimiento del ganado sin alterar su comportamiento, por lo que la confiabilidad de los registros es alta. Las coordenadas GPS de la localización de los animales permiten estimar las distancias recorridas, el tamaño de las áreas de pastoreo de los rebaños y hacer inferencias sobre el bienestar animal.

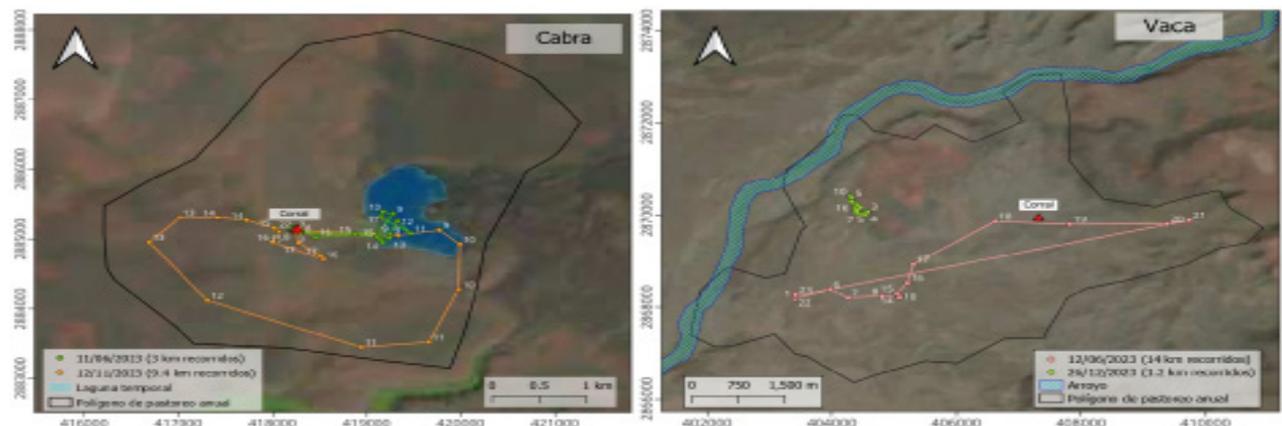
El uso de collares GPS en el oasis de Los Comondú entre abril de 2023 y marzo de 2024 permitió estimar las distancias diarias recorridas por los individuos monitoreados. El rebaño de cabras caminó menos por día y tuvo áreas de pastoreo de menor tamaño en primavera-verano (6.19 km/día y 795 hectáreas, respectivamente) que en otoño-invierno (7.57 km/día y 1558 hectáreas, respectivamente). Este comportamiento se relaciona con la disponibilidad de agua en una laguna estacional al interior del área de pastoreo y al crecimiento de las plantas. La laguna estacional se abastece de agua durante la temporada de lluvias y su duración depende del nivel de precipitación, siendo mayor cuando hay presencia de huracanes en verano y en menor proporción durante las lluvias invernales. En el verano de 2022 la laguna se abasteció de agua con el paso del huracán "Kay" y se secó en el verano de 2023 y en su lugar brotaron especies de pastos y herbáceas preferidas por las cabras. Esto favoreció el pastoreo del rebaño en el área de la laguna ya seca y cerca del corral de descanso nocturno durante primavera y verano. Por otra parte, después de la temporada de lluvias aumentó la vegetación en las áreas más elevadas por lo que las cabras se alejaban más del corral en busca del alimento más verde en otoño e invierno.

En tanto, el rebaño de vacas caminó más entre finales de primavera y el verano (5.73 km/día) que entre finales de otoño, invierno e inicios de primavera (3.96 km/día); siendo opuesto a lo ocurrido con las cabras. Es importante destacar que ambas especies pastorean en el matorral sarcocaulé, pero en cuanto al terreno, las cabras están en la serranía y las vacas en una planicie con algunas elevaciones. Además, las vacas usaron temporalmente distintos segmentos al interior del área anual de pastoreo que sugiere un comportamiento migratorio o rotacional. Esto se relaciona con cambios en la abundancia de pastos y de otras especies vegetales preferidas por el animal, ocurrencia de lluvias puntuales dentro del área anual de pastoreo y búsqueda de agua del arroyo. La movilidad y la migración estacional de los rebaños debe mantenerse para preservar la eficiencia de los sistemas ganaderos extensivos.

El ritmo circadiano se refiere a los ciclos biológicos ocurridos en periodos de 24 horas cuyas variaciones son causadas principalmente por la presencia de luz y oscuridad, pero que también se ven afectados por variaciones propias de cada especie animal en respuesta a cambios ambientales naturales o causados por el hombre. El ritmo circadiano de un animal se encuentra estrechamente relacionado con sus patrones de actividad diaria. Los patrones de actividad del ganado pueden ser identificados e interpretados a partir de registros GPS. Algunos dispositivos solamente registran la posición geográfica del animal cuando este se encuentra en movimiento, por lo que el porcentaje de registros por hora puede relacionarse con cambios en la intensidad de la actividad. Las mediciones de distancia entre registros también son un indicador de la actividad del ganado considerando que



Patrones de uso del área de pastoreo en rebaños de cabras y vacas en el oasis de Los Comondú, Baja California Sur, México. Mapas: Judith Aviña Hernández.



Ejemplos del recorrido diario de ganado caprino y bovino en un día de verano (junio de 2023) y un día de otoño/invierno (noviembre-diciembre de 2023). Los puntos indican la hora y ubicación de los animales. Mapas: Judith Aviña Hernández.

mayores distancias implican un mayor desplazamiento del individuo y búsqueda de alimento. Las prácticas inadecuadas de manejo o condiciones ambientales estresantes tienen efectos negativos en los patrones de actividad del ganado y en consecuencia en la productividad.

En ambientes áridos, donde las temperaturas de verano pueden ser muy elevadas durante el día, la actividad del ganado puede disminuir significativamente al mediodía y los periodos pico de pastoreo ocurren cerca del amanecer y anochecer, e incluso durante la noche. Esta variación en el patrón de actividad diario fue observada en el grupo de vacas monitoreado. Las vacas fueron más activas por las mañanas (06:00 - 10:00 hrs) y por las tardes (16:00 - 20:00 hrs), después de las horas de más calor. Además, el grupo de vacas regresaban de manera frecuentemente al corral de manejo para tomar agua en el bebedero.

El patrón de actividad de las cabras es influenciado por las prácticas de manejo del ganadero. Usualmente los ranchos dedicados a la cría de cabras realizan la ordeña durante las mañanas, aproximadamente entre las 06:00 y 09:00 hrs. Las cabras monitoreadas salieron a pastorear de manera libre después de la ordeña (07:00 hrs) y volvían solas al rancho antes del atardecer (17:00 hrs). Además, las cabras presentan un pico de mayor actividad entre 07:00 y 10:00 hrs, después la actividad se redujo de manera constante.

En ecosistemas frágiles, el sobrepastoreo puede reducir la diversidad de plantas y la cobertura del suelo, aumentando los riesgos de erosión. El sistema de ganadería extensiva suele practicarse dentro de amplias áreas de pastoreo, dominadas por un paisaje heterogéneo. La selectividad que tiene el ganado hacia el consumo de especies vegetales más paladeables y de mayor calidad puede ocasionar una preferencia de uso del espacio desigual y el sobrepastoreo de sitios en que predominan las especies preferidas por el ganado. La ganadería de precisión es una propuesta de manejo basada en la generación constante de datos en tiempo real sobre el movimiento de los animales, lo cual ofrece una mejor comprensión tanto del comportamiento individual como del rebaño y su preferencia de uso del espacio. Con esa información es posible brindar alternativas para incrementar la productividad de los sistemas ganaderos extensivos y al mismo tiempo, reducir los potenciales impactos negativos sobre el medio ambiente y alcanzar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos extensivos. Entre las posibles estrategias de manejo adaptativo a implementar puede ser el cambio de horarios de pastoreo, establecimiento de bancos de forraje, determinación de áreas clave con mayor disponibilidad de recursos y distribución de bebederos y comederos para proporcionar complementación alimenticia (e.g. forraje, alimento concentrado y sales minerales).

El monitoreo en tiempo real del movimiento de los animales ofrece valiosa información para tomar decisiones más informadas que favorezcan un manejo eficiente y sostenible de la ganadería extensiva tradicional en zonas áridas.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte del proyecto ProNacE-ProNall 319072. Los autores agradecen al CONAHcyT por la beca otorgada (CVU 778575) y al CIBNOR como institución receptora. También se agradece al M. en C. Christian Silva Bejarano por su apoyo técnico. Un especial agradecimiento a las familias ganaderas que aceptaron participar en el proyecto.

LITERATURA CONSULTADA

- Arias, R. A., T. L. Mader, y P. C. Escobar. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos Médicos Veterinarios* 40:7-22.
- Bailey, D. W., y J. R. Brown. 2011. Rotational grazing systems and livestock grazing behavior in shrub-dominated semi-arid and arid rangelands. *Rangeland Ecology and Management* 64:1-9.
- Butt, B. 2010. Seasonal space-time dynamics of cattle behavior and mobility among Maasai pastoralists in semi-arid Kenya. *Journal of Arid Environments* 74:403-413.
- Cariño, M., y A. S. Ortega. 2014. Oasis sudcalifornianos: Transferencia cultural del viejo al nuevo mundo áridos. *Millars: Espai i Història* 37:149-176.
- Feldt, T., y E. Schlecht. 2016. Analysis of GPS trajectories to assess spatio-temporal differences in grazing patterns and land use preferences of domestic livestock in southwestern Madagascar. *Pastoralism* 6:1-17.
- Hernández, Z. J. S. 2000. La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Archivos de Zootecnia* 49:341-352.
- Hooten, B. M., S. D. Johnson, T. B. McClintock, y M. J. Morales. 2017. *Animal movement: Statistical Models for Telemetry Data*. CRC Press. Boca Raton, EE.UU.
- Manning, J., *et al.* 2017. The behavioural responses of beef cattle (*Bos taurus*) to declining pasture availability and the use of gnss technology to determine grazing preference. *Agriculture* 7:1-12.
- Nyamuryekung'e, S., *et al.* 2023. Real-Time Monitoring of Grazing Cattle Using LORA-WAN Sensors to Improve Precision in Detecting Animal Welfare Implications via Daily Distance Walked Metrics. *Animals* 13:1-12.
- Plaza, J., *et al.* 2022. GPS monitoring reveals circadian rhythmicity in free-grazing sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 251:105643.
- Rodríguez-Espinosa, H., A. Bastidas-Duque, y J. E. Naranjo-Arroyave. 2016. Aplicación de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) para la implementación de ganadería de precisión. *Livestock Research for Rural Development* 28:1-9.
- Utsumi, A. S., *et al.* 2009. Resource heterogeneity and foraging behaviour of cattle across spatial scales. *BMC Ecology* 9:1-10.

Sometido: 08/ene/2025.

Revisado: 27/ene/2025.

Aceptado: 31/ene/2025.

Publicado: 05/feb/2025.

Editor asociado: Dr. Eduardo Felipe Aguilera-Miller.