



Ganadería

## Nuevas tecnologías para el monitoreo de pasturas

*En algún tambo robótico de los Estados Unidos: ¿Es un ave?... ¿Es un dron?... ¡Es un súper pasturómetro! El uso de drones en ganadería ofrece una oportunidad única para medir en forma rápida y sistemática la cantidad y variación espacial del pasto de nuestro campo.*

Juan Ramón Insua<sup>1,2</sup>; Santiago Utsumi<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Cs Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata.

<sup>2</sup>CONICET.

<sup>3</sup>Kellogg Biological Station, Michigan State University-Estados Unidos

[insua.juan@inta.gob.ar](mailto:insua.juan@inta.gob.ar)

Un eficiente manejo del pastoreo no solo implica producir más pasto, sino también requiere de una alta utilización del mismo. Para ello el productor necesita ajustar la demanda de pasto (pastoreo o cosecha) con la tasa de crecimiento de las pasturas. La única manera de lograrlo a lo largo del año es a través de un monitoreo sistemático de la disponibilidad de pasto que hay en el campo. Esto nos permite ajustar la superficie a ensilar/enrollar cuando la tasa de crecimiento es mayor a la demanda (ej. primavera), o definir la cantidad de suplemento que cubra los déficits de pasto cuando la tasa de crecimiento es menor a la demanda (ej. invierno). Por eso es importante saber cuánto pasto tenemos.

### ¿Cómo se estima actualmente la disponibilidad de pasto?

En nuestro país, la relación de la altura (cm) con los kg de materia seca (MS) de la pastura es quizás, junto con la estimación visual, la medida indirecta más utilizada para estimar disponibilidad (Foto 1a). En países como Nueva Zelanda, donde se acostumbra a monitorear la disponibilidad en forma más sistemática, se han desarrollado nuevas tecnologías para agilizar y aumentar la precisión de las estimaciones integrando el uso de GPS (*Global Positioning Systems*), GIS (*Geographical Information Systems*) y sensores remotos o proximales. Un ejemplo de esto es el pasturómetro C-Dax ([www.pasturemeter.co.nz](http://www.pasturemeter.co.nz)) que consiste en un sensor proximal -arrastrado por un cuatriciclo (Foto 1b)-, que registra electrónicamente la altura del canopeo a través de luz infrarroja. Esta información se descarga en un *software* que, mediante una ecuación pre-calibrada con la biomasa, permite visualizar automáticamente la disponibilidad y la tasa de crecimiento de la pastura para cada potrero del establecimiento.

### ¿Por qué usar drones?

El desarrollo en tecnología de sensores ha lanzado recientemente al mercado nuevos sensores remotos multiespectrales capaces de ser acoplados a drones con el potencial de generar mapas de índices vegetales que puedan ser interpretados como indicadores del estado de las pasturas, llámese biomasa, calidad nutritiva, condición nutricional, hídrica o cualquier otra propiedad tisular de las plantas.

### Experiencia en Michigan (USA)

El objetivo fue evaluar el uso de drones para la estimación precisa de la disponibilidad forrajera y su variación espacial en un sistema de pastoreo lechero rotativo. La experiencia tuvo lugar durante la primavera-verano del 2016 en un tambo robótico (sistema de ordeño automático) de la estación experimental Kellogg Biological Station (KBS), perteneciente a la Universidad estatal de Michigan, USA.

Para ello se realizaron vuelos con un Microdrone md4-1000 (Foto 1c) equipado con cámaras multiespectrales (Micasence). Los vuelos abarcaron el área de pastoreo rotativo del tambo, conformada por dos tipos de pasturas consociadas, de base raigrás y base festuca, distribuidas en dos bloques de 8 potreros cada uno. El manejo de pastoreo consistió en el ofrecimiento de dos asignaciones por día (mañana y tarde) con una entrada de pastoreo de 2700 y una salida de 1300 kg MS/ha (disponibilidad promedio del campo 2000 kg MS/ha con 4,1 vacas/ha).

## Calibración del drone

A partir de los datos de reflectancia de alta resolución (cada 6 cm) recolectada por el drone, se calculó el índice verde de diferencia normalizada (NDVI). Los valores de NDVI fueron convertidos a kg MS/ha de pastura disponible a partir del algoritmo desarrollado durante la calibración con corte directo de parcelas geo-referenciadas. El NDVI estuvo muy relacionado a los kg MS de la pastura ( $R^2 = 80\%$ ,  $n = 72$ ). Esta técnica de calibración no demandó demasiado trabajo; una persona en medio día puede recolectar datos para 60 puntos.

## Monitoreo del pastoreo

Luego de la calibración a nivel de parcela (8 m<sup>2</sup>), se calculó la variación espacial del NDVI de los potreros en rotación para cuatro fechas consecutivas incluidas en la rutina de monitoreo del tambo (Foto 2). La disponibilidad calculada se promedió para cada potrero en las cuatro fechas y se comparó con las estimaciones a partir de la altura medida con regla y la registrada por el C-Dax (Figura 1). Durante el mes de monitoreo, el uso del NDVI medido con el drone no solo arrojó estimaciones entre potreros similares a las estimadas con los otros dos métodos convencionales (1975, 2061 y 1960 para drone, regla y C-Dax, respectivamente), sino que -adicionalmente- permitió registrar con muy alta resolución (6 cm), la variabilidad espacial dentro de cada potrero (Foto 2).

Las diferencias promedio entre las estimaciones con el drone y los dos métodos convencionales fueron menores a 310 kg MS/ha (Figura 2). Solo un 11% de las estimaciones con el drone se diferenciaron en más de  $\pm 500$  kg MS (Figura 2), de las cuales la mayoría pertenecían a situaciones de post-pastoreo (baja disponibilidad) con mayor porcentaje de material senescente. Esto se explica porque el NDVI registrado por el drone solo considera la cantidad de tejido vivo (verde) mientras que la altura del C-Dax no discrimina entre material vivo y muerto.

## Y entonces... ¿drones sí o drones no?

La experiencia en USA muestra claramente el potencial que tiene el uso de drones para el monitoreo de pasturas en sistemas rotativos bien manejados. El hecho de que las diferencias entre las estimaciones con el drone y los métodos convencionales fueron de alrededor de 300 kg MS/ha, es un aspecto muy positivo debido que -en la práctica- estos desvíos no representan un obstáculo para una buena estimación del crecimiento de pasto necesario para regular la superficie de pastoreo, cosecha o la cantidad de alimento a suplementar.

En comparación con métodos convencionales, esta tecnología permite mayor número de observaciones y -consecuentemente- una mejor estimación de la disponibilidad y cobertura de la pastura a nivel de potrero. Un aspecto muy importante con el uso de drones en pasturas es que no se esperan variaciones entre operarios, debido a la falta de subjetividad del método, y la automatización del recorrido aéreo durante el monitoreo.

La variación espacial es la información adicional que ofrece esta nueva tecnología, que sumado a la gran resolución utilizada, lograría una estimación más confiable que los métodos convencionales. Así mismo, las variaciones espaciales de las pasturas dentro de cada potrero pueden ofrecer información muy útil acerca del comportamiento de pastoreo de los animales y de su impacto en la vegetación.

Es importante tener en cuenta que, como sucede con el C-Dax o el uso de regla, el NDVI no se relaciona tan bien con altas acumulaciones de biomasa. Debido a esto, no recomendamos el uso de esta tecnología para manejos de pastoreos con "pasturas pasadas" con más de  $\sim 3500$  kg MS/ha.

## Futuros trabajos

El trabajo realizado muestra el potencial uso de drones en ganadería de base pastoril, marcando la necesidad de futuros trabajos orientados a automatizar la descarga y procesamiento de datos para brindar la información en tiempo y forma como sucede hoy con otros paquetes tecnológicos, por ejemplo el C-Dax.

Actualmente, los grupos de Nutrición Animal y Ecofisiología de Pasturas de Balcarce, en conjunto con la Universidad de Michigan están trabajando en la integración del uso de drones con modelos biofísicos de simulación de plantas con el fin de desarrollar una innovadora herramienta de **toma de decisiones anticipadas** que tenga en cuenta el crecimiento de las pasturas en función de las condiciones meteorológicas, de suelo y de manejo. Más información acerca del trabajo a nivel de modelación biológica de pasturas será presentada en próximas ediciones de Visión Rural.

### Conclusiones

El uso de NDVI registrado con drones mostró estimaciones altamente comparables con los otros métodos convencionales de monitoreo de pasturas. La variación espacial de pasto dentro de cada potrero registrada mediante vuelos con drones puede ser de gran utilidad para evaluar las condiciones de las pasturas pre y post-pastoreo para una oportuna y adecuada toma de decisiones.

### Comentarios finales

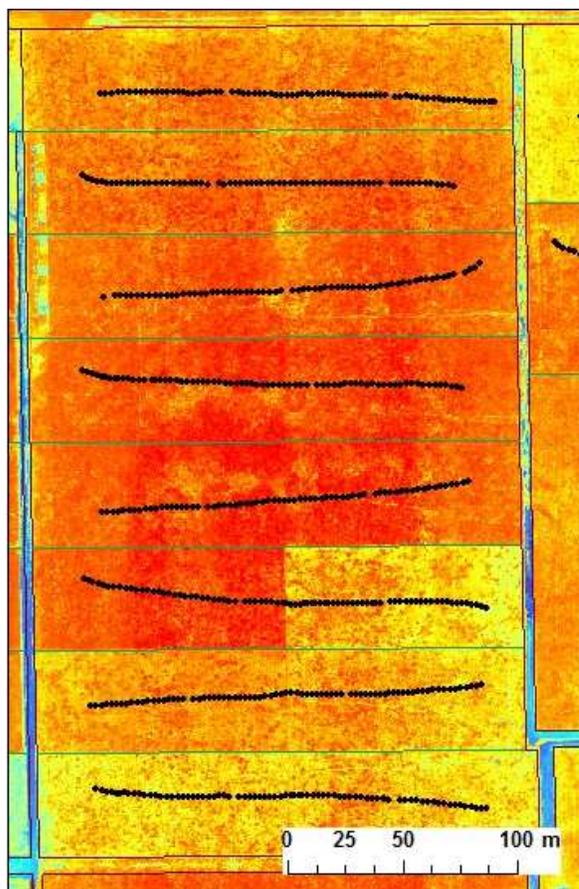
- ✓ *Aunque muchos productores ganaderos tienen muy buena estimación visual de la disponibilidad de sus pasturas, la clave para un eficiente manejo del pastoreo de forma consistente a lo largo del año es llevar un preciso y sistemático monitoreo del crecimiento de las pasturas. La realidad es que esto requiere más tiempo y trabajo.*
- ✓ *Creemos fehacientemente que el uso de drones en ganadería de base pastoril tiene un gran potencial para agilizar y eficientizar la colección de datos para una mejor y anticipada toma de decisiones. Sin embargo, no creemos que el uso de esta tecnología resuelva problemas en sistemas mal manejados con pasturas pasadas.*
- ✓ *Si usted tiene experiencia en la estimación visual de la disponibilidad de pasto de su campo, el drone no va a reemplazar su intuición visual, pero va a ser que el manejo del pastoreo de sus animales sea mucho más objetivo, preciso y fácil.*
- ✓ *A pesar de estos resultados alentadores con el uso de drones en pasturas, nuestro mensaje es "No olvidarse de las botas de campo, no hay nada como recorrer el potrero".*

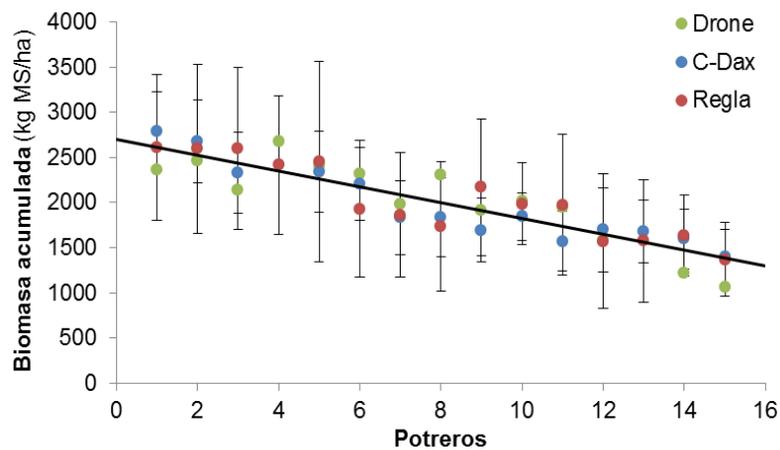
**Foto 1.** Descripción de los tres metodologías de monitoreo de pasturas utilizadas en el tambo robótico de la Universidad Estatal de Michigan (USA) durante la primavera-verano 2016. Datos en referencia a un potrero de 1 ha (200 x 50 m).

Regla		C-Dax		Drone	
Nº Obs	23	Nº Obs	70	Nº Obs	2.000.000
Frecuencia	10 m	Frecuencia	1,5 m	Frecuencia	6 cm
Tiempo	5 min.	Tiempo	45 seg.	Tiempo	5 min.
Velocidad	Marcha	Velocidad	5 m/seg.	Velocidad	12 m/seg.

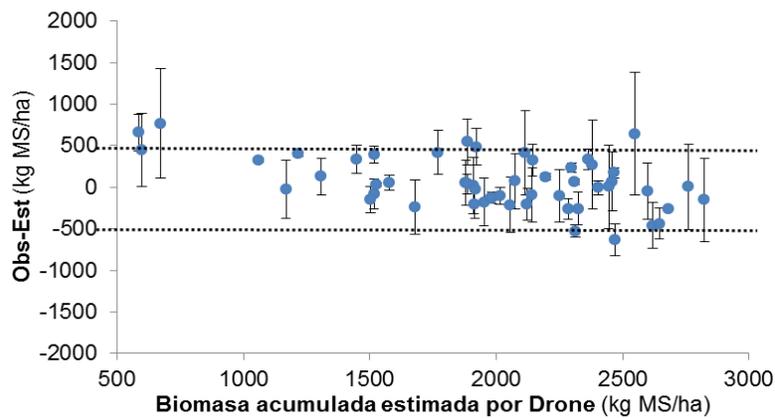


**Foto 2.** Variación espacial del índice verde de diferencia normalizada (NDVI) de ocho potreros de 1 ha (200 x 50 m) en un tambo manejado bajo pastoreo rotativo. El mapa de alta resolución (6 cm) de NDVI (de -1: azul a 1: rojo) generado a partir de la cámara multispectral montada en el dron captó las variaciones en disponibilidad de biomasa acumulada (de 800 a 3200 kg MS/ha). Puntos oscuros marcan los datos de altura de pastura registrados por el método C-Dax.





**Figura 1.** Ejemplo de disponibilidad del tambo para la primer fecha de medición estimada con diferentes tecnologías de monitoreo en un manejo rotativo por stock con pre- y post-pastoreos definidos en 2700 y 1300 kg MS/ha, respectivamente. La línea continua une dichos targets objetivos para resaltar el efectivo manejo del pastoreo llevado a cabo en el tambo (promedio 2000 kg MS/ha).



**Figura 2.** Diferencia entre la biomasa disponible (kg MS/ha) “observada” a partir de la altura (promedio de regla y C-Dax) y la estimada con el NDVI registrado por el dron para dos pasturas (ryegrás y festuca alta) de un sistema rotativo de 16 potreros de 1 ha. Líneas punteadas marcan rango aceptable de desvíos ( $\pm 500$  kg MS/ha).