



VIABILIDAD DE USO DE LA APLICACIÓN MÓVIL “CANOPEO” PARA DETERMINAR EL RENDIMIENTO EN ALFALFA (*Medicago sativa*)

Brance Bonvini, María Inés^{1,2}

¹Departamento de producción animal.

²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral
Director/a: Jáuregui, José Martín.

Área: Ingeniería

Palabras claves: % cobertura, biomasa, Canopeo App.

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores desafíos de los productores ganaderos en sistemas pastoriles es la capacidad de determinar con precisión la productividad y disponibilidad de las pasturas. Esto es crucial para desarrollar adecuadamente los presupuestos forrajeros y puede tener un profundo impacto en la rentabilidad de estos sistemas (Beukes et al. 2019).

El muestreo destructivo es el método más preciso para determinar la disponibilidad de forraje. Sin embargo, este método requiere mucho tiempo y puede requerir numerosas muestras para obtener estimaciones confiables (Brummer et al. 1994) y captar la heterogeneidad espacial. Los métodos no destructivos son generalmente los preferidos porque, incluso cuando son menos precisos, se pueden hacer muchas mediciones en un corto período de tiempo. Dichos métodos incluyen la evaluación visual (Haydock y Shaw 1975; Stockdale 1984), intercepción de radiación (Harmony et al. 1997), altura comprimida con pasturómetro (Earle & McGowan 1979) y altura con regla (Sanderson et al. 2001; Mills et al. 2016), entre otros. También ha habido un interés creciente en el uso de productos derivados de satélites para estimar la biomasa de pasturas (Edirisinghe et al. 2011; Porter et al. 2014; Barrachina et al. 2015; Cicore et al. 2016), en particular para tener una mejor idea de la heterogeneidad espacial de los cultivos. En tales casos, el IVN y otros índices espectrales han demostrado tener éxito en la estimación de la cobertura y la disponibilidad de pasturas (Grigera et al. 2007; Fava et al. 2009). La cubierta del canopeo (CC) es otro método indirecto para monitorear la productividad del forraje, tanto en gramíneas como en leguminosas (Harmony et al. 1997). Sin embargo, hasta hace poco, la única forma de medir

Título del proyecto: Adaptación al exceso hídrico de recursos forrajeros para sistemas lecheros
Instrumento: CAID Orientado
Año convocatoria: 2018
Organismo financiador: UNL
Director/a: Gieco, Jorge Omar

el % CC era mediante el uso de sensores costosos y de poca portabilidad (i.e LI-190SA®, AccuPAR®, SunScan®). Tales restricciones hicieron que el método fuera de difícil acceso para muchos científicos y complejo de utilizar en áreas remotas.

Canopeo® es una aplicación móvil que funciona tanto en teléfonos Android (Google®) como iOS (Apple®). Canopeo analiza imágenes usando valores de color en el sistema rojo-verde-azul (RGB) para determinar el porcentaje de Cobertura de canopeo verde (% GCC) (Patrignani y Ochsner 2015). La aplicación analiza y clasifica todos los píxeles de la imagen según las proporciones de R / V (rojo/verde), A / V (azul/verde) y el índice de exceso de verde (2V-RA), y luego informa el porcentaje promedio de cobertura de canopeo verde (% GCC) de la imagen. A diferencia de otros paquetes de software, Canopeo utiliza una clasificación de umbral de color automática, que reduce drásticamente el tiempo de procesamiento de cada imagen en comparación con los métodos manuales (Xiong et al. 2019). El usuario puede obtener una vista previa de las imágenes y luego ajustar el umbral de reducción de ruido para representar mejor la realidad. La evidencia indica que existe la posibilidad de que Canopeo se use como una herramienta para determinar la biomasa, la intercepción de la luz y el IVN de cultivos forrajeros, siempre que se realice una calibración adecuada. El objetivo de este trabajo fue explorar la viabilidad de utilizar Canopeo como una herramienta para determinar la biomasa aérea total, el IVN y la intercepción de luz (%) de alfalfa.

OBJETIVOS

- Explorar la viabilidad del uso de Canopeo como herramienta para determinar la biomasa aérea total, el NDVI y la intercepción de luz (%) de alfalfa.

METODOLOGÍA

El experimento se estableció en la localidad de Esperanza, Santa Fe, Argentina (-31 ° 27 ' , - 60 ° 55'). El mismo consistió en la siembra de un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) establecido en agosto de 2017. Las parcelas se araron convencionalmente y se sembraron a mano en hileras espaciadas a 0,2 m, con una densidad de 15 kg de semilla desnuda ha⁻¹. El tamaño de cada parcela experimental fue de 5x10 m. La profundidad de siembra fue de 1 cm. El experimento utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres genotipos de alfalfa (diferentes grupos de latencia: 10, 9 y 6). El crecimiento de las plantas se midió durante el año de establecimiento (agosto de 2017-julio de 2018). Las malezas fueron removidas a manualmente.

Se realizaron 5 cortes durante el período de evaluación. Antes de cada corte se tomaron tres imágenes por parcela utilizando un teléfono celular con la aplicación Canopeo instalada. El dispositivo se mantuvo a 1 m por encima del canopeo y las fotografías se tomaron en un ángulo recto entre las 11 am y las 2 pm, en días completamente despejados (sin presencia de nubes).

La biomasa del cultivo se determinó cortando a nivel del suelo un área de 0.5 m². Las muestras se secaron en estufa de aire forzado (65 ° C) hasta peso constante. Las mediciones de IVN se realizaron utilizando GreenSeeker® en los mismos lugares donde se hicieron las mediciones de canopeo y biomasa. El dispositivo GreenSeeker es un sensor óptico activo de mano que emite su propia luz y luego mide la luz reflejada para calcular el NDVI. La radiación interceptada se midió utilizando un sensor cuántico (LI-190SA®) haciendo una medición un metro por encima del cultivo y cuatro mediciones por debajo, perpendiculares a las líneas de siembra, en los mismos sectores donde se tomaron las imágenes y se realizaron las mediciones de NDVI. Las mediciones de intercepción de radiación se realizaron entre las 11 am y las 2 pm.

Se construyeron modelos de regresión lineal y cuadrática para determinar la capacidad de Canopeo para predecir la acumulación de biomasa y la radiación interceptada por el cultivo. También se evaluó la correlación entre % GCC e IVN con GreenSeeker. Los modelos se evaluaron utilizando el análisis de la prueba t ($\alpha = 0.05$) y su bondad de ajuste (R^2).

CONCLUSIONES

La acumulación de biomasa se relacionó linealmente con el porcentaje de cobertura del cultivo. Sin embargo, las regresiones difirieron ($p < 0.05$) entre temporadas. A causa de esto, los datos se agruparon en dos grupos: primavera + verano (1 de septiembre al 28 de febrero) y otoño + invierno (1 de marzo al 30 de agosto). La relación entre biomasa y % GCC fue de 0.86 ($y = -394 + 50,5x$, $p < 0.05$) y 0.77 ($y = -1361 + 30,4x$, $p < 0.05$), respectivamente (Figura 1a). También hubo una relación lineal ($y = -0.02 + 0.01x$, $R^2 = 0.83$, $p < 0.05$) entre la intercepción de la luz y el % GCC (Figura 1b). En este caso no se detectaron diferencias ($p > 0.05$) entre temporadas. Asimismo, no hubo diferencias ($p > 0.05$) entre los genotipos para la biomasa o la intercepción de luz.

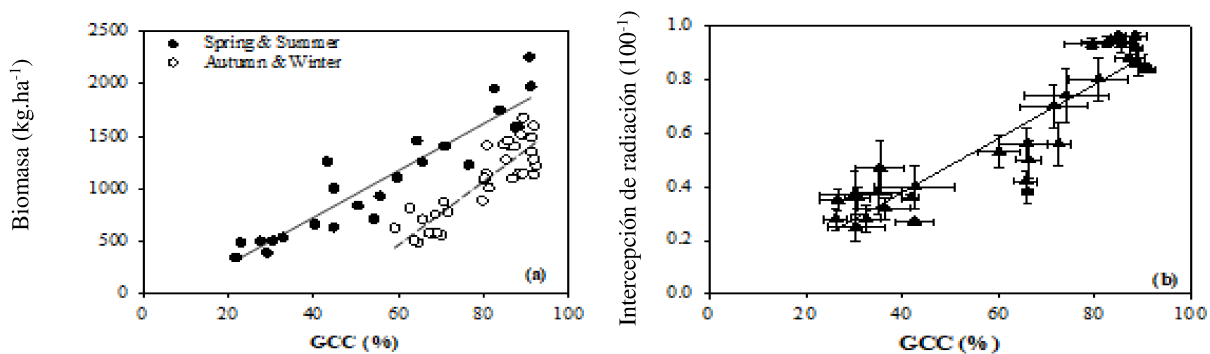


Figura 1. (a) Acumulación de biomasa (kg ha^{-1}) e (b) intercepción de radiación (100^{-1}) de cultivos de alfalfa en Esperanza, Argentina ($-31^{\circ} 27'$, $-60^{\circ} 55'$) en relación con el porcentaje de cobertura verde del cultivo (GCC%) medida con Canopeo. Las barras horizontales y verticales en (b) representan el error estándar de la media.

Los valores de Canopeo también fueron contrastados con los valores de IVN. Se encontró una fuerte asociación lineal positiva entre IVN y % GCC ($R^2 = 0.84$ [$y = 0.23 + 0.64x$]) [Figura 3]. No hubo diferencias ($p > 0.05$) entre las pendientes para los diferentes genotipos de alfalfa.

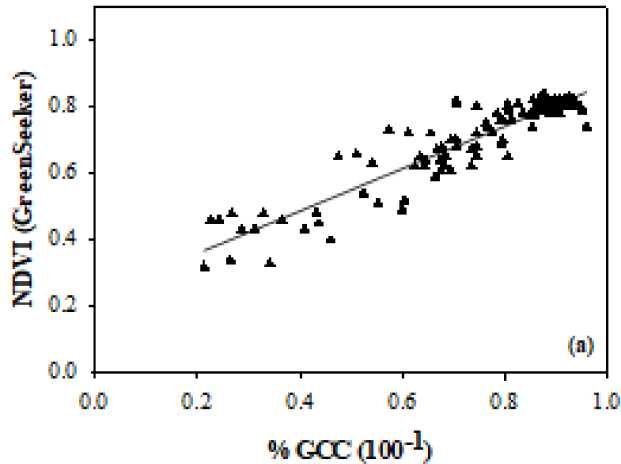


Figura 2. IVN (100-1) de cultivos de alfalfa en Esperanza, Argentina (-31 ° 27 ', -60 ° 55') en relación con el porcentaje de cobertura del cultivo (% GCC) medida con Canopeo.

Canopeo predijo eficientemente la biomasa de los cultivos de alfalfa. Sin embargo, para predecir correctamente la biomasa, los datos requirieron calibraciones estacionales específicas. En % GCC similar, hubo más biomasa ($p < 0.05$) en primavera + verano que en otoño + invierno (Fig. 1a). Esto posiblemente se debe a diferencias en la estructura de las plantas. A medida que aumenta el fotoperíodo (primavera + verano), hay una mayor partición de la biomasa en brotes, y cuando disminuye el fotoperíodo (invierno + otoño), la partición en las raíces aumenta, el efecto es particularmente evidente durante el año de establecimiento (Jáuregui et al. 2019).

Este trabajo permitió identificar un método rápido y confiable para estimar la acumulación de biomasa y la intercepción de luz de Alfalfa utilizando Canopeo. La aplicación podría ser utilizada por productores y asesores para estimar frecuentemente la biomasa pre y post pastoreo de alfalfa, teniendo simplemente la aplicación instalada en sus teléfonos móviles. Esto implica un gran avance y simplificación de las mediciones, evitando los métodos destructivos que demandan mucho tiempo.

En el ámbito académico, la aplicación también podría ser utilizada para estimar la intercepción de la luz en áreas remotas o cuando no se dispone de equipos más caros. El porcentaje de cobertura medido con Canopeo también estuvo fuertemente asociado al IVN, lo que indica la correlación de un índice visual (% GCC) y un índice espectral. Se debe prestar atención especial si hay malezas presentes ya que la aplicación no puede discriminarlas.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

1. **Aasen H, Bendig J, Bolten A, Bennertz S, Willkomm M, Bareth G.** Introduction and preliminary results of a calibration for full-frame hyperspectral cameras to monitor agricultural crops with UAVsCopernicus GmbH. Pp. 1-8.
2. **Beukes P, McCarthy S, Wims C, Gregorini P, Romera A.** 2019. Regular estimates of herbage mass can improve profitability of pasture-based dairy systems. *Animal Production Science* 59: 359-367.
3. **Brummer JE, Nichols JT, Engel RK, Eskridge KM.** 1994. Efficiency of different quadrat sizes and shapes for sampling standing crop. *Journal of Range management*: 84-89.
4. **Edirisinghe A, Hill M, Donald G, Hyder M.** 2011. Quantitative mapping of pasture biomass using

- satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing* 32: 2699-2724.
5. **Edirisinghe A, Clark D, Waugh D.** 2012. Spatio-temporal modelling of biomass of intensively grazed perennial dairy pastures using multispectral remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 16: 5-16.
 6. **Epiphanio JCN, Huete AR.** 1995. Dependence of NDVI and SAVI on sun/sensor geometry and its effect on FAPAR relationships in Alfalfa. *Remote Sensing of Environment* 51: 351-360.
 7. **Fricke T, Wachendorf M.** 2013. Combining ultrasonic sward height and spectral signatures to assess the biomass of legume–grass swards. *Computers and Electronics in Agriculture* 99: 236-247.
 8. **Grigera G, Oesterheld M, Pacín F.** 2007. Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems* 94: 637-648.
 9. **Harmony KR, Moore KJ, George JR, Brummer EC, Russell JR.** 1997. Determination of pasture biomass using four indirect methods. *Agronomy Journal* 89: 665-672.
 10. **Haydock K, Shaw N.** 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Animal Production Science* 15: 663-670.
 11. **Jáuregui JM, Mills A, Black DB, Wigley K, Ridgway HJ, Moot DJ.** 2019. Yield components of lucerne were affected by sowing dates and inoculation treatments. *European Journal of Agronomy* 103: 1-12.
 12. **Mills A, Smith M, Moot D.** 2016. Relationships between dry matter yield and height of rotationally grazed dryland lucerne. *Journal of New Zealand Grasslands* 78: 185-196.
 13. **Mutanga O, Skidmore AK.** 2004. Narrow band vegetation indices overcome the saturation problem in biomass estimation. *International journal of remote sensing* 25: 3999-4014.
 14. **Patrignani A, Ochsner TE.** 2015. Canopeo: A powerful new tool for measuring fractional green canopy cover. *Agronomy Journal* 107: 2312-2320.
 15. **Sanderson MA, Rotz CA, Fultz SW, Rayburn EB.** 2001. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter, and pasture ruler. *Agronomy Journal* 93: 1281-1286.
 16. **Sellers PJ.** 1985. Canopy reflectance, photosynthesis and transpiration. *International Journal of Remote Sensing* 6: 1335-1372.
 17. **Xiong Y, West C, Brown C, Green P.** 2019. Digital Image Analysis of Old World Bluestem Cover to Estimate Canopy Development. *Agronomy Journal*.