

Inserción de nuevas tecnologías en el estudio de indicadores productivos de la pastura, en Cajamarca

Insertion of new technologies in the study of productive indicators of pastura, in Cajamarca

Felipe Gutiérrez Arce¹, Walter Gutiérrez Arce², Zulema Rojas Vásquez³, Luis Vallejos Fernández¹, Wuesley Álvarez García¹

Resumen

La utilización de imágenes multiespectrales para el estudio de pasturas viene siendo utilizada cada vez con más frecuencia, sin embargo esta tecnología es desconocida para la gran mayoría de los productores ganaderos en Cajamarca. Es por ello que el objetivo de este estudio es registrar los indicadores productivos de raigrás – trébol utilizando imágenes multiespectrales en drones. Así podremos dar a conocer las múltiples ventajas de su uso en el estudio pastoril. Para el muestreo de las pasturas in situ se trabajará en potreros de una hectárea, y se aplicará la metodología transectos y cuadrantes, debidamente geo – referenciados. Los indicadores a medir serán: biomasa, composición florística, altura de planta, tasa de crecimiento y contenido de materia seca. Para el muestreo de las pasturas con drones se captarán imágenes multiespectrales de los mismos puntos trabajados in situ. Por lo visto en los resultados obtenidos en otros trabajos de la misma línea de investigación, se avizora un futuro muy promisorio para la utilización de esta tecnología en el estudio de pasturas, en nuestra región.

Palabras clave: imagen multiespectral, dron, raigrás, trébol, Cajamarca.

Abstract

The use of multispectral images for the study of pastures is being used more and more frequently, however this technology is unknown to the vast majority of livestock producers in Cajamarca. That is why the objective of this study is to register the productive indicators of ryegrass - clover using multispectral images in drones. This way we will be able to present the multiple advantages of its use in the pastoral study. For the sampling of the in situ pastures, work will be carried out on paddocks of one hectare, and the transects and quadrants methodology will be applied, duly geo-referenced. The indicators to be measured will be: biomass, floristic composition, plant height, growth rate and dry matter content. For the sampling of the pastures with drones, multispectral images of the same points worked in situ will be captured. As seen in the results obtained in other works of the same line of research, a very promising future is foreseen for the use of this technology in the study of pastures, in our region.

Keywords: multispectral image, drone, ryegrass, clover, Cajamarca.

1 Facultad de Ing. en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050 – Carretera Baños del Inca, Cajamarca, Perú.

2 Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Av. Atahualpa N° 1050 – Carretera Baños del Inca, Cajamarca, Perú.

3 Escuela de Estudios Generales, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Jr. José Sabogal N° 913 – Cajamarca, Perú.

Introducción

La evaluación de pasturas, generalmente, se sustenta en la observación, medición e interpretación de distintas características (estado fenológico, composición florística, valor nutritivo, biomasa, cobertura vegetal, estrés hídrico, entre otros), que permiten estimar la disponibilidad de forraje, calidad nutritiva y recuperación de las mismas después de haber sido pastoreadas. Sin embargo, estas actividades en la producción forrajera no se realizan de manera continua por el alto costo de su implementación y complejidad de los métodos. Y, para Agnusdei (2011), esto conllevaría a utilizar con deficiencia el recurso forrajero, subalimentando al ganado, disminuyendo la producción y por ende, acrecentando las pérdidas para el productor.

Y permitir estas pérdidas en Cajamarca sería inaudito, pensando que está ubicado en un país donde el 47 % de los ganaderos de la sierra son pobres o pobres extremos (ENAH0, 2015), y que es la región más pobre del Perú (INEI, 2017). Para ello, una alternativa de solución a este problema, sería utilizar la tecnología de imágenes multiespectrales, a través de drones, dado que ayudaría al estudio de parámetros forrajeros en mayores áreas, a menores costos (a largo plazo) y menos complejidad.

Si bien es cierto, la relación tecnología – pobreza podría sonar antagónica, dado que su implementación y utilización implica inversión, sin embargo los estudios han demostrado lo contrario, afirmando que es necesario la aplicación de tecnología para reducir brechas sociales (Andrés, Martínez y Lugo, 2016).

Y hablando estrictamente de pasturas, Agnusdei (2011), sustenta esta alternativa de solución cuando afirma que el desconocimiento

en el uso de herramientas tecnológicas como la visión artificial (imágenes multiespectrales, etc.) para evaluar las condiciones de las pasturas agudiza el problema, considerando que la baja asistencia de especialistas en el control de la productividad en pasturas limita conocer muchos indicadores productivos y nutricionales, por lo que el uso de esta tecnología puede influir en el ahorro de tiempo, además de supervisar mayor área de pasturas e incrementar la precisión de control.

Es por ello que el objetivo del trabajo es registrar los indicadores productivos de raigrás – trébol utilizando imágenes multiespectrales en drones.

Concepción de la metodología

El estudio se realizará en los distritos Cajamarca, Baños del Inca y Llacanora – Provincia de Cajamarca, cuyas altitudes varían de 2550 a 2750 msnm.

La población estará conformada por la totalidad de predios ganaderos destinados a la producción de leche. Y la muestra está dada por 12 predios (4 por distrito) de una superficie mayor a 5 hectáreas (la selección de la muestra será con la ayuda de Nestlé S.A).

Para el muestreo de las pasturas in situ se trabajarán en potreros de una hectárea, y se aplicará la metodología transectos y cuadrantes, debidamente geo – referenciados. Los indicadores a medir serán: biomasa, composición florística, altura de planta, tasa de crecimiento y contenido de materia seca. Y para el muestreo de las pasturas con drones, se captarán imágenes multiespectrales de los mismos puntos trabajados in situ. Las metodologías que se utilizarán se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los indicadores y metodologías a utilizar para cada variable.

Variabes	Dimensiones	Indicadores	Metodología	Índice (Unidad de medida)
Comport. de la pastura raigrás - trébol	Parámetros productivos	Biomasa	Doble muestreo por apreciación visual (adaptada de Haydock y Shaw, 1975)	kg materia seca/ha
		Composición florística	Técnica del botanal (Tothill, 1992)	% biomasa, especie
		Altura de planta	Adaptado del método “HFRO sward stick” (Barthram, 1986)	Cm de la planta
		Tasa de crecimiento	Método de triple emparejamiento (Moraes et al., 1990)	kg materia seca/día/ha
		Contenido de la materia seca	Laboratorio	% materia seca
Imágenes multiespectrales	Blandas espectrales	Perfiles espectrales	Modelamiento matemático	Longitudes de onda (5 bandas)

Generación y validación de modelos matemáticos

Para relacionar los parámetros de rendimiento y las bandas espectrales de las imágenes multiespectrales, se empleará regresión lineal múltiple, regresión de mínimos cuadrados parciales (PLSR), y redes neuronales artificiales (ANN)

Para la validación vamos a comparar los valores verdaderos obtenidos mediante las técnicas tradicionales y los valores estimados (valor predicho por el modelo generado) (Casal, 2013)

Aportes de la metodología

Las imágenes multiespectrales están siendo empleadas en la evaluación de múltiples productos y determinar diversas características. Tang et al. (2018), en Australia, estudiaron la aplicación de las imágenes multiespectrales para predecir el contenido de azúcares en manzanas. Y específicamente, en el trabajo con pasturas, en Alemania se estudió la modelación de un mapa de rendimiento de pastizales y evaluaron si los problemas de saturación pueden corregirse por la composición de especies de plantas mediante la generación de los modelos (Magiera et. al., 2017). Y en Colombia, se buscó definir los

aspectos teóricos y técnicos que enmarcan el trabajo y evaluar los problemas que se presentan en el desarrollo del cultivo de papa a través de su respuesta espectral en imágenes de infrarrojo cercano (NIR) de alta resolución obtenidas con el uso de drones o vehículos aéreos no tripulados (VANT) (Meneses, Téllez y Velásquez, 2015).

Sin embargo, en el Perú, esta tecnología no viene siendo muy aplicada, por lo que sus ventajas son poco conocidas. Menos aún en Cajamarca, donde la implementación y uso de esta tecnología permitiría conocer el comportamiento productivo de una pastura sin la necesidad de las metodologías tradicionales, que causan en el productor, mayor gasto de tiempo y de mano de obra; sin mencionar que es inherente a la metodología, la destrucción de la pastura.

Aplicaciones en el área

Meneses et al. (2015), en una investigación llevada a cabo en Colombia, titulada “Uso de drones para el análisis de imágenes multiespectrales en agricultura de precisión” se tuvo como objetivo la implementación de herramientas tecnológicas que permitan mejorar la planificación de las actividades agrícolas, predecir daños y tomar decisiones adecuadas ante situaciones que afectan el

desarrollo de los cultivos de papa (*Solanum tuberosum* variedad Diacol Capiro) en Cundinamarca. Para la selección del cultivo y el área objeto de estudio se realizó un análisis de los sistemas productivos de mayor importancia en la región (Cundinamarca), así como de los impactos en los rendimientos y productividad de tales cultivos en los últimos años, dados por la presencia de enfermedades y plagas, deficiencias nutricionales en los suelos o deficiencias y excesos hídricos, en un contexto de cambio y variabilidad climática.

Fueron considerados cinco actividades metodológicas importantes: 1) selección del cultivo y el área a estudiar, 2) programación del vuelo con las cámaras RGB (red, green, blue) y NIR (near – infrared spectral región), que implicaba la obtención de los ortofotomosaicos respectivos, 3) cálculo del índice NDVI (normalized difference vegetation index) e identificación de zonas con mayor o menor actividad fotosintética, 4) El análisis de respuesta espectral NDVI y la selección de puntos de respuesta espectral diferenciada que actuaron como indicativo del estado y nivel de estrés del cultivo y, 5) supervisión del cultivo directamente sobre los puntos de respuesta espectral seleccionados y la definición de las razones que explican la diferente respuesta espectral obtenida.

Para la obtención de mejores resultados, los vuelos se realizaron de las 11:30 hasta las 13:00 horas, ya que es el momento del día con mayor actividad fotosintética debido a la mayor radiación solar incidente.

El uso de las imágenes multiespectrales sobre estos cultivos permitió identificar que en algunos puntos, el suelo se encontraba afectado por la aplicación de agroquímicos, lo que permitió considerar una posible

sobrecarga química del producto final (tubérculo). También se encontró exceso de agua en cada uno de los surcos de esta área del cultivo, suelo con evidente saturación hídrica y plantas que a pesar de haber emergido al mismo tiempo que las demás, presentaban un crecimiento tardío de dos a tres entrenudos, así como fragmentos de suelo desnudo y mínima cobertura de follaje, en comparación otras área del cultivo. De la misma manera, entre los surcos y calles del cultivo se encontró la presencia de gramíneas como el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Finalmente se observó que la zona cercana a un canal de desagüe, generó un área de exceso hídrico por encharcamiento, lo que afectó negativamente el desarrollo y calidad del cultivo de papa. Al respecto, la coloración vinotinto de la imagen NDVI que refleja zonas con poca o nula actividad fotosintética, es consecuente con los encharcamientos existentes.

Conclusiones

Por lo visto en los resultados obtenidos en otros trabajos de investigación, se avizora un futuro muy promisorio para la utilización de esta tecnología en el estudio de pasturas, en nuestra región. En el caso del trabajo previamente mencionado, Meneses et al. (2015) responden al problema planteado haciendo uso de las imágenes multiespectrales, y si bien es cierto lo utilizan en un cultivo como la papa (*Solanum tuberosum*), las condiciones de la región guardan ciertas características similares a la nuestra, lo que permitiría que también la utilización de la tecnología en mención nos ayude a responder al problema de investigación planteado en nuestro trabajo, e incluso ir más allá, dado que a diferencia del trabajo realizado en Colombia, el nuestro no intenta caracterizar los sistemas de producción de ninguna pastura o cultivo.

Referencias bibliográficas

- Agnusdei, M., Castaño, J., Marino, A. (2011). Recuperando a un viejo aliado. *Visión rural*, 18(86), 18-24.
- Andrés, A. M. M., Martínez, J. A. A., Lugo, D. C. (2016). Brecha digital y desigualdad social en México. *Economía Coyuntural, Revista de temas de perspectivas y coyuntura*, 1(2), 89-136.
- Barthram, G.T. (1986). Experimental Techniques; the HFRO Sward Stick. En: *Hill Farming Research Organization. Biennial Report 1984-1985*. Penicuik, UK. pp. 29-30.
- Casal, M. (2013). *Análisis de la potencialidad productiva en plantaciones energéticas mediante Sistemas de Información Geográfica*, (Estudio en Cantil II, Mieres).
- ENAH0 (2015). *Encuesta Nacional de Hogares*. RENIEC. Lima, Perú.
- Haydock, K.P., Shaw, N.H. (1975). The Comparative Yield Method for Estimating Dry Matter Yield of Pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15, 663-670.
- INEI (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Lima, Perú.
- Magiera, A., Feilhauer, H., Waldhardt, R., Wiesmair, M., & Otte, A. (2017). Modelling biomass of mountainous grasslands by including a species composition map. *Ecological Indicators*, 78, 8-18.
- Meneses, V. A. B., Téllez, J. M., Velásquez, D. F. A. (2015). Uso de drones para el análisis de imágenes multiespectrales en agricultura de precisión. @ limentech, *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 13(1).
- Moraes, A.; Moojen, E.L.; Maraschin, G.E. (1990). Comparação de métodos de estimativas de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. En: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (27ª, 1990, Piracicaba)*. Anais. Piracicaba, FEALQ. p. 332.
- Tang, C., He, H., Li, E., & Li, H. (2018). Multispectral imaging for predicting sugar content of 'Fuji' apples. *Optics & Laser Technology*, 106, 280-285.
- Tothill, J.C., Hargreaves, J.N.G., Jones, R.M.; McDonald, C.K. (1992). Botanal – Comprehensive Sampling and Computing Procedure for Estimating Pasture Yield and Composition. 1. Field Sampling. Tropical Agronomy Technical Memorandum 78, *CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures, St Lucia, Queensland*, pp 24.

Correspondencia:

Autor: Felipe Gutiérrez Arce

Dirección: Jr. José Sabogal N° 913 Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo

Email: felipegutierrez@upagu.edu.pe