

## Interpretación y modelamiento de cobertura arbórea en pasturas con el uso de SIG

Interpretation and modeling of tree cover in pastures with the use of GIS

Jairo Mora-Delgado<sup>1</sup> y Jorge Rodrigo Serrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Profesor Asociado, Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios, Universidad del Tolima, Colombia; <sup>2</sup> Director Centro Universitario Regional del Norte, CURDN, Universidad del Tolima. E-mail para correspondencia: [jmora@ut.edu.co](mailto:jmora@ut.edu.co)

### Resumen

El objetivo de este estudio es caracterizar la vegetación leñosa de un potrero arbolado del valle cálido de alto Magdalena. La clasificación de la cobertura arbórea se realizó a partir de una imagen del satélite Quikbird de Digital Globe y la configuración de contornos construidos con la extensión spatial analyst para ArcGIS y su expresión en puntos para su posterior conversión a polígonos y puntos superpuestos en una grilla de 350 celdas con área de 2500 m<sup>2</sup>. Se determinaron

cinco clases de cobertura arbórea. Bajo cubierta de árboles (<20%) fue la clase dominante. Imágenes de satélite y SIG constituye una herramienta muy útil para caracterizar el componente forestal de los pastos.

### Abstract

The objective of this study is to characterize the tree cover of pasture woodland on warm valley of high part from Magdalena watershed. The classification of tree cover is made from a satellite image from Digital Globe Quikbird and setting contours constructed

Spatial Analyst for Arc GIS and its expression in points for subsequent conversion to polygons and points on a grid superimposed 350 cells with area of 2500 m<sup>2</sup>. Five tree cover classes were determined. Low tree cover (<20%) was the dominant class. GIS and satellite images constitutes a very useful tools to catheterize the wooded component from the pastures.

## Introducción

Los Sistemas Información Geográfica se han venido desarrollando desde hace más de 30 años y se han aplicado a diversas ramas de la ciencia. Un Sistema de Información Geográfica se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente para capturar, almacenar, analizar, transformar y presentar toda la información geográfica y de sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos tomando los números y las palabras de las filas y columnas de las bases de datos y de las hojas de cálculo y las pone en un mapa (Sarría, 2000). Durante décadas, los

sistemas de información geográfica (SIG) se han aplicado a problemas de gestión territorial y de recursos naturales, a cuestiones relacionadas con el medio ambiente, la logística militar o en contextos directamente vinculados con las ciencias de la tierra. Sin embargo, recientemente se ha empezado a considerar el uso potencial de los SIG para otros campos y en particular en la investigación en ciencias agropecuarias (Knowles & Hillier, 2008).

La deforestación indiscriminada en los últimos años, a la que se han visto sometidas las regiones tropicales, ha generado la necesidad del uso de la teledetección, por tener dentro de sus ventajas la capacidad de estudiar áreas extensas a bajo costo (Guariguata, 2002). Los adelantos en la teledetección por satélite ofrecen al investigador herramientas visuales de clasificación más precisas debido a la reducción del tamaño de pixel, situación que anteriormente dificultaba esta labor principalmente por el gran tamaño de píxel de las imágenes Landsat TM y SPOT imaginarios (Aspinall, 2002). Las imágenes de satélite multispectrales facilitan la identificación, cuantificación y

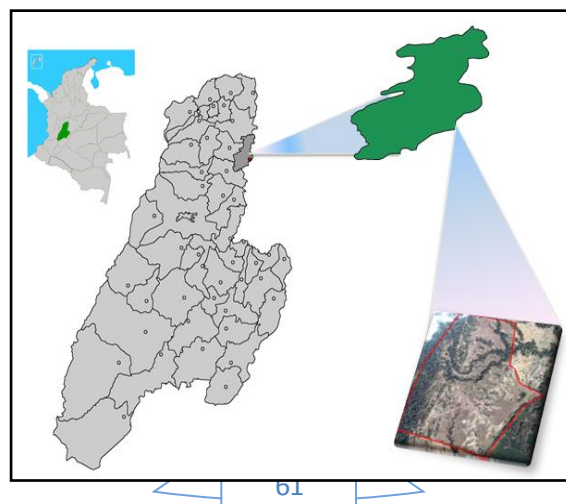
diferenciación de los diversos tipos de vegetación existentes en la superficie terrestre, lo que las convierte en una de las principales fuentes de información utilizada por la teledetección.

La importancia de las imágenes de satélite radica en la información que se puede extraer de ellas, ya que permiten tener una visión global de objetos y detalles de la superficie terrestre coadyuvando en la comprensión de las relaciones espaciales y temporales existentes entre fauna y flora (Karfs *et al.*, 2001). En este contexto, la caracterización del componente leñoso presente en pasturas es posible realizarla mediante el uso de imágenes digitales interpretadas con herramientas como los SIG y así evaluar el efecto de la sombra sobre las zonas destinadas a pastoreo. El objetivo de este capítulo es estimar la cobertura forestal presente en una pastura del valle cálido de la cuenca del

Magdalena en el departamento del Tolima (Colombia).

### Materiales y métodos

El estudio se realizó en la hacienda Pajonales, localizada en el municipio de Ambalema, departamento del Tolima (Colombia), parte alta de la cuenca del Magdalena. El sitio de estudio se encuentra en las coordenadas N 4° 45' 25.9" y W 74° 52' 20.8" (figura 1). La zona presenta una precipitación media anual de 1270 mm, una temperatura media de 28 °C y una altitud de 300 m, ubicándose en una zona de vida de bosque seco tropical (Holdridge, 1967). La mayor parte de los suelos corresponden a vertisoles, inceptisoles y molisoles. Los sistemas productivos de la hacienda Pajonales están dirigidos a diversas actividades de tipo agropecuario, dentro de éstas la ganadería pasturas con árboles dispersos en diferente densidad.



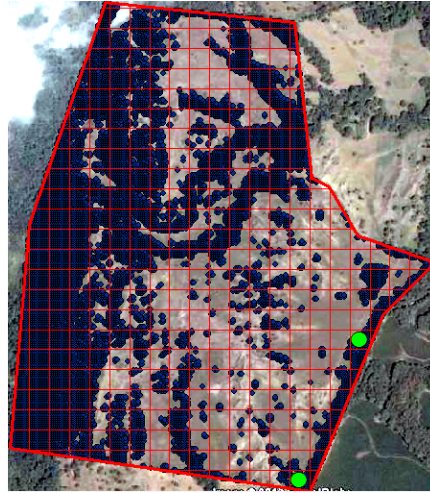
**Figura 1.** Area de estudio: Potrero Lomitas, hacienda Pajonales, Ambalema, Tolima.

Inicialmente se identificaron de manera visual puntos de referencia del potrero, como el perímetro y la ubicación de bebederos, facilitando de esta manera el reconocimiento del área estudiada en campo. Los puntos de referencia se tomaron con un GPS submétrico cuyo error aproximado es de 1 metro.

La cobertura del dosel fue estimada usando el material aerofotográfico digital (imagen del satélite Quikbird de Digital Globe para Google Earth) y los datos geográficos se analizaron con el software para SIG ArcGIS 9.2., haciendo uso de

herramientas que permiten almacenar, usar, gestionar y representar gráficamente datos con algún tipo de componente espacial (Chuvieco, 2002).

Luego, se obtuvo un mapa de contornos, construidos con la extensión spatial analyst para ArcGIS, que representaban los límites de las áreas bajo el dosel. Estas áreas fueron convertidas a polígonos, los que a su vez se transformaron a formato *raster*, para finalmente convertir la imagen a puntos distribuidos simétricamente cada 5 metros, usando *Hawth's Analysis Tools* para GIS.



**Figura 2.** Cobertura modelada y grilla superpuesta en el potrero de estudio

La cobertura arbórea se estimó en una grilla de 350 celdas de 0,25 ha cada una, construida en un ambiente GIS y superpuesta a la capa de cobertura arbórea (Figura 2). Así se calculó la cobertura con base al conteo de puntos correspondientes a cobertura en cada celda y expresada en forma porcentual, que posteriormente fueron clasificadas en cinco clases de cobertura:  $\leq 20\%$ ,  $\geq 20\%$  y  $\leq 40\%$ ,  $\geq 40\%$  y  $\leq 60\%$ ,  $\geq 60\%$  y  $\leq 80\%$  y  $\geq 80\%$ .

### Resultados y discusión

En el potrero analizado en este estudio predomina una cobertura de dosel arbóreo bajo ( $< 20\%$ ), cubriendo un 47% del área del potrero. Una importante proporción

del potrero (21%) presenta una cobertura intermedia ( $\geq 20\%$  -  $\leq 40\%$ ), situación ideal para potreros destinados a la crianza de ganado. En contraste, solo el 16% del área del potrero presentó coberturas superiores al 60% (Figura 5).

Si se suma el porcentaje de estas dos primeras categorías de menor densidad arbórea ( $\leq 40\%$ ), se encuentra una aproximación a lo reportado por Restrepo (2002) en Cañas Costa Rica de cobertura arbórea en potreros que van desde 0 hasta 60%; pero con predominio de valores bajos ( $< 20\%$ ) en la mayoría de fincas estudiadas. En el mismo sentido, Esquivel (2007) en un estudio realizado en la provincia de Puntarenas, Costa Rica se reportó que más del 50% de los potreros

de las fincas ganaderas mostraron coberturas arbóreas menores al 20%.

**Tabla 1.** Distribución en porcentaje de la cobertura arbórea para el área del potrero en estudio. Pajonales, Ambalema Tolima.

Cobertura arbórea %	Celdas por grilla No.	Área en el potrero (%)
0-20	165	47
20-40	73	21
40-60	56	16
60-80	42	12
80-100	14	4
Total	350	100

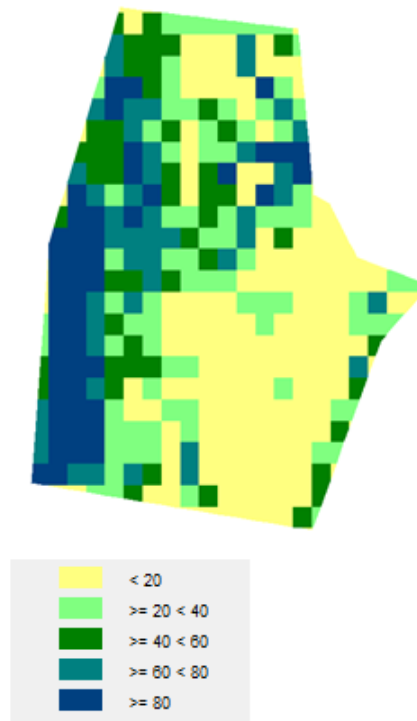
El estudio ratifica la utilidad de clasificar la cobertura en rangos, método ya usado con anterioridad por Putfarken *et al.*, (2008) en el cual digitalizaron mapas de cobertura arbórea para zonas de pastoreo uso cinco (5) rangos clasificatorios ( $\leq 5$ ,  $\leq 25$ ,  $\leq 50$ ,  $\leq 75$  y  $\geq 75\%$ ).

En la figura 3 se puede ver la representación de la cobertura arbórea en polígonos (izquierda) y su clasificación por rangos de cobertura modelada con el uso de DIVA-GIS (derecha). Visualmente, es fácil detectar la predominancia de coberturas bajas representadas por los colores claros.

## Imagen de cobertura arbórea



## Clasificación de cobertura arbórea



**Figura 3.** Modelamiento de la cobertura arbórea a partir de la imagen satelital Quikbird: Izquierda: superposición de una grilla de 2500m<sup>2</sup> y configuración de contornos construidos con la extensión Spatial Analyst para ArcGIS. Derecha: clasificación por rangos de cobertura.

Esta metodología constituye un recurso valioso para modelar densidad arbórea cuando no se dispone de tiempo y recursos para realizar parcelas de monitoreo en el campo. Sin embargo se requiere material digital actualizado y de alta resolución, de hecho, el estudio de Serrano (2013) sugiere una tendencia en los resultados obtenidos de mediciones en parcelas de monitoreo y la estimación digital de este estudio, pero con

importantes diferencias que podrían mejorarse en estudios posteriores con imágenes de alta resolución.

Las imágenes espaciales de alta resolución como en el caso de imágenes Quickbird pueden llegar a alcanzar precisiones geométricas de 1,10 metros RMSE (raíz cuadrada del error cuadrático medio), aunque la precisión final depende del terreno y de la calidad de los puntos de control (Kay et al. 2003).

## Conclusiones.

Las imágenes espaciales de alta resolución como en el caso de imágenes Quickbird y el uso de los SIG constituyen una herramienta valiosa para caracterizar la cobertura arbórea a escala de paisaje. Se requiere afinar las metodologías y validarlas con datos tomados en parcelas de monitoreo.

## Referencias bibliográficas

- Aspinall, R.J. 2002. Use of logistic regression for validation of maps of the spatial distribution of vegetation species derived from high spatial resolution hyperspectral remotely sensed data. *Ecological Modelling* 157:301-312.
- Chuvieco, E. Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona: Ariel, 2002. 586 p.
- Esquivel H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. PhD. Thesis. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Guariguata, M.; Kattan, G. H. (compiladores). 2002. *Ecología y conservación de Bosques*. LUR. Mexico. 692 p.
- Holdridge, LR., 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).
- Karfs, R.A.; Wallace, J.F. 2001. An analysis of temporal change at rangeland monitoring sites using remote sensing in north west Australia. In *Proceedings of the Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Sydney, Australia, July 9-13.
- Kay, S., Spruyt, P., Alexandrou, K., 2003. "Geometric Quality Assessment of Orthorectified VHR Space Image Data." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69: 484-491.
- Knowles, AK; Hillier, A. 2008. *placing history: how maps, spatialdata, and GIS are changing historical scholarship*. Redlands,calif.: ESRI Press.
- Putfarken, D., Dengler, J., Lehmann, S., and Ha'rdtle, W., 2008. Site use of grazing cattle and sheep in a large-scale pasture landscape: A GPS/GIS assessment. Institute of Ecology and Environmental Chemistry, Leuphana University Lu'neburg, Scharnhorststr.1, D-21335 Lu'neburg, Germany. *Applied Animal Behaviour Science* 111 54-67.
- Restrepo Sáenz, C. 2002. Relación entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. *TesisMag. Sc CATIE*. 44p



Sarría, Francisco A., 2000. Introducción a los sistemas de información geográfica. Bogotá: omega,.p.358.

Serrano, JR. 2013. Interacción entre cobertura arbórea y comportamiento

animal durante las épocas seca y húmeda en pasturas del Magdalena Medio Tolimense. Tesis de M.Sc. Convenio Universidad del Tolima-Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 137 p.