

Relevamiento de bosques con información satelital: Resolución espacial y escala

Forest survey based on satellite imagery: spatial resolution and scale

Lencinas, J. D.¹ y A. Siebert¹

Recibido en agosto de 2009; aceptado en noviembre de 2009

RESUMEN

Con el desarrollo de técnicas de percepción remota cuantitativa, la discusión del concepto de escala ha tomado relevancia en la comunidad científica y en los usuarios de la información generada en base a datos satelitales. Según el enfoque de los estudios, se presentan diferentes conceptos de escala, observándose que el concepto tiene un sentido multidimensional, alta complejidad y variabilidad.

Específicamente, en el ámbito forestal, se presenta el interrogante de definir la escala cartográfica adecuada para representar la información extraída con determinados datos satelitales, considerando que éstos no poseen una escala definida.

Es necesario que la comunidad forestal involucrada en la generación de mapas temáticos contribuya a mejorar la información en cuanto a precisión de los productos cartográficos. En el presente trabajo se realizan algunas sugerencias respecto a escalas cartográficas máximas en relación a determinados datos satelitales y a informaciones que podrían mejorar la interpretación de la calidad de mapas temáticos.

Palabras clave: Teledetección; Relevamientos forestales; Mapas temáticos.

ABSTRACT

With the development of quantitative remote sensing, the discussion of the scale concept has taken relevance in the scientific community and for the users of the information generated from satellite data. According to the focus of the studies, different scale definitions are shown, with the observation that the concept has a multidimensional sense, high complexity and variability.

Specifically, in the forestry community, analysts as well as users of the satellite information are facing the question to define the adequate cartographic scale to represent the information extracted from determined satellite data as these do not possess a defined scale.

It is necessary for the forest community involved in the generation of thematic maps to contribute in the improvement of the information about the precision of the cartographic products. Some suggestions related to maximum cartographic scales in relation to determined satellite data and to information that could improve the quality assessment of thematic maps are given.

Keywords: Remote sensing; Forest surveys; Thematic maps.

1. INTRODUCCION

En el relevamiento de bosques en zonas montañosas o de grandes extensiones, por razones de eficiencia, se utilizan datos provenientes de la teledetección espacial (Lencinas, 2009). La disponibilidad de datos satelitales de alta resolución espacial, temporal, y su integración en sistemas de información geográfica, ha contribuido para que la producción de mapas temáticos se potencie en forma vertiginosa. Además, y aún en países que presentan un alto nivel de desarrollo cartográfico, la capacidad de los sensores espaciales de última generación permitió mejorar mapas topográficos existentes.

¹ Laboratorio Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica. Centro de Investigación y Extensión Forestal Andino Patagónico (CIEFAP) Investigador Facultad de Ingeniería UNPSJB. Ruta 259, km 4, CC 14. 9200, Esquel, Chubut. Argentina. E-mail: jdlencinas@ciefap.org.ar, asiebert@ciefap.org.ar

Con el desarrollo de técnicas de percepción remota cuantitativa, como por ejemplo las estimaciones de variables biofísicas, la discusión del concepto de escala ha tomado relevancia en la comunidad científica y en los usuarios de la información generada en base a datos satelitales. Según el enfoque de las investigaciones, se mencionan diferentes conceptos de escala, observándose que el concepto tiene un sentido multidimensional (espacio-tiempo), alta complejidad y variabilidad. Mientras que en la ecología se habla de escalas finas y grandes, o micro, meso y macroescala, de acuerdo al área de un estudio, el significado de la escala varía según el ámbito temático y de aplicación. Además se debe considerar que la manifestación de patrones en los procesos ecológicos es sensible a la escala de análisis.

La extensión y el detalle del relevamiento se define siempre según el objetivo del trabajo y los fenómenos que se quieren observar (Wiens, 1989). Por ejemplo, un inventario a nivel nacional de bosques nativos se realiza en una gran extensión espacial mientras que un relevamiento para un plan de manejo tendría mayor detalle en un espacio limitado. Los datos de sensores satelitales se corresponderán en cada caso, utilizando resoluciones espaciales bajas o altas respectivamente.

Wu y Li (2009) proponen una clasificación de seis significados del término de escala los cuales son utilizados en diferentes campos de la investigación (Tabla 1). La escalas de observación, modelización y geográfica están más estrechamente relacionadas con aplicaciones de la percepción remota. No obstante, la información satelital puede ser utilizada para determinar la escala operacional. La escala cartográfica es determinada para representar los resultados después del estudio. El término de escala que se asocia a datos satelitales dependerá del objetivo de su utilización, del enfoque metodológico del estudio y finalmente de su eventual representación gráfica.

Tabla 1: Comparación de significados de escala (según Wu y Li, 2009, modificado)

Término	Descripción	Observaciones
Escala de observación	La unidad de medida a la cual el dato es medido o muestreado	Hace referencia a la descripción de la resolución, intervalo de tiempo, rango espectral, ángulo sólido, dirección de polarización.
Escala de modelización	La extensión en tiempo y espacio del modelo	La escala de modelización debería coincidir con la escala de observación y la escala operacional.
Escala operacional	Extensión en tiempo y espacio de acciones	Dependiente de la naturaleza del proceso y de las acciones a realizar.
Escala geográfica	La extensión espacial de la investigación	Una escala geográfica más grande involucra un área espacial más grande y una escala geográfica de estudio más pequeña se refiere a un área espacial más pequeña. Esta escala determina el nivel de organización biológica a la cual las propiedades de la cobertura son observadas, como por ejemplo hojas (pocos centímetros), dosel (10-100m), paisaje (100m a pocos kilómetros) o región (más de 100 km). La relación entre la escala geográfica y la escala de observación determina frecuentemente, el volumen de datos y los requerimientos de la capacidad de almacenamiento y procesamiento.
Escala política	La extensión social y espacio-temporal de decisiones e acciones políticas	Con el fin de inferir conclusiones confiables, la escala política suele ser más grande que la escala operacional.
Escala cartográfica	Fracción definida por la relación existente entre las distancias medidas en un mapa y las correspondientes en el terreno.	Una escala cartográfica más pequeña corresponde a una escala geográfica más grande.

Específicamente, en el ámbito forestal y en cuanto a la escala cartográfica, tanto analistas como usuarios de la información satelital se enfrentan frecuentemente al interrogante de definir a que escala sería adecuado presentar la información extraída con determinados datos satelitales. En el presente trabajo se realizan algunas consideraciones básicas que se deberían tener en cuenta para la interpretación de las representaciones gráficas resultante del procesamiento de información espacial.

2. Resolución espacial, datos satelitales y escalas cartográficas de referencia

Para facilitar la comprensión de algunos términos técnicos aplicados en el ámbito de análisis espaciales, se detallan los más frecuentemente usados.

- Resolución espacial: Para una altitud dada, la resolución espacial de cada sensor pasivo está determinada por el IFOV (*Instantaneous Field of View*) (Jensen, 2005). La presentación digital de una imagen satelital puede variar desde el área completa de la imagen hasta su máxima resolución distinguiendo cada elemento más fino (píxel). La resolución espacial indica el potencial de detalle que ofrece una determinada imagen satelital.
- Precisión: Se ha observado que la precisión de mapas temáticos en el ámbito forestal es un aspecto al que no se le ha otorgado la importancia que realmente tiene en cartografía. La precisión de un mapa no depende de su escala cartográfica. En lugar de eso, depende de la precisión de los datos originales utilizados en el relevamiento de la información base para generar el mapa, de la precisión con la cual los datos fuente son transferidos al mapa, y de la resolución a la que el mapa se imprime. Como valor de referencia, la precisión planimétrica debe corresponder a 0,5mm para el 90% de los puntos del mapa impreso. Este requerimiento de precisión en muchos casos es difícil de satisfacer con todas las coberturas utilizadas para generar un mapa temático, debido a que en su generación, se integran coberturas de diferentes fuentes y con precisiones frecuentemente no determinadas y/o validadas. Por ejemplo para un mapa de tipos forestales es común integrar información sobre curvas de nivel, red de drenaje, red vial, localidades, entre otras, las cuales provienen de diferentes fuentes de relevamiento y procesamiento.
- Unidad mínima cartografiable: Define si un objeto será representado como área si sus dimensiones superan 0,2 mm a la escala del mapa, valor conforme al límite de percepción visual humana de diferenciar objetos a partir de separaciones de 0,2 mm. Se recomienda que la unidad mínima cartografiable no sea menor a 4 mm². Sin embargo en estudios realizados en clasificación de imágenes satelitales para el relevamiento de clases de cobertura del suelo en el año 1990 se ha definido como unidad mínima cartografiable 25mm², valor resultante del compromiso entre el detalle de la información de las clases y del costo que requiere el proceso de clasificación y validación (Büttner *et al.*, 2004). Para el año 2000, en el marco del mismo estudio se propuso un ajuste a 5mm² y una longitud de línea de 1mm respectivamente, tomando en cuenta la disponibilidad de datos satelitales de mayor resolución espacial. Este valor se puede tomar como referencia en el ámbito forestal. Sin embargo, es el analista quien define el nivel de abstracción, generalización y clasificación de la cobertura del bosque de acuerdo al objetivo y metodología del trabajo (Blaschke *et al.* 2001).
- Escala cartográfica: La escala cartográfica, y expresada en términos numéricos, es una fracción definida por la relación existente entre las distancias medidas en un mapa y las correspondientes en el terreno.

Como elemento de referencia para la representación cartográfica de áreas boscosas relevadas en base a información satelital, en la Tabla 2 se presentan valores de escalas máximas determinadas (Kobler, 2000; Kato *et al.*, 2001; Tanaka *et al.*, 2001; Tung, 2005; Hanh y Tuân,

2005). Se debe enfatizar que las escalas máximas mencionadas, no se deben tomar como escala recomendada de estudio o trabajo, sino que muestra el máximo potencial de productos cartográficos generados del ámbito forestal y en los cuales se realizaron las validaciones geométricas correspondientes. Si bien existen otros sensores ópticos con aplicación forestal, la tabla presenta el rango de resolución espacial media a alta de datos satelitales ópticos de mayor aplicación en el sector forestal.

Tabla 2. Resolución espacial de datos satelitales, escala cartográfica máxima, y unidad mínima cartografiable.

Datos satelitales	Resolución espacial	Escala cartográfica máxima	Precisión planimétrica 0,5mm (90%)	Unidad mínima cartografiable (5mm ²) / 1mm
IKONOS	1 m	1 : 3.000	1,5 m	0.004 ha / 3 m
	4,0 m	1 : 8.000	4,0 m	0.03 ha / 8 m
QuickBird	0,6 m	1 : 1.500	0,75 m	0.001 ha / 1,5m
	2,4 m	1 : 5.000	2,5 m	0.01 ha / 5 m
SPOT V	2,5 m	1 : 5.000	2,5 m	0.01 ha / 5 m
	5 m	1 : 10.000	5,0 m	0.05 ha / 10 m
	10 m	1 : 15.000	7,5 m	0.1 ha / 15 m
ALOS	2,5 m	1 : 5.000	2,5 m	0.01 ha / 5 m
	10 m	1 : 15.000	7,5 m	0.1 ha / 15 m
ASTER	15m-30m	1 : 50.000	25,0 m	1,25 ha / 50 m
Landsat	30 m	1 : 100.000	50,0 m	5,0 ha / 100 m

El método de muestreo a campo y la coherencia geométrica entre las diferentes coberturas también son factores determinantes de la calidad de coberturas temáticas, y usualmente no son consideradas en el momento de la cuantificación de la precisión (Foody, 2002).

3. CONCLUSIONES

La comunidad forestal involucrada en la generación de mapas temáticos debe contribuir a mejorar la información en cuanto a precisión de los productos cartográficos que se generan. Esto brindará un mejor sustento para futuros estudios y también facilitará a los usuarios una adecuada aplicación de la información extraída. Los productos cartográficos en determinados estudios son los que finalmente tienen mayor difusión sea en formato impreso o digital, no así las coberturas temáticas de fuente.

Se propone explicitar en los mapas temáticos forestales las diferentes fuentes de obtención de las coberturas utilizadas y realizar un reporte complementario que contenga las informaciones de precisión de las mismas. Por ejemplo sería importante que el reporte contenga los valores del error medio cuadrático de la corrección geométrica de los datos satelitales utilizados, validación de precisión de localización en base a puntos GPS independientes, características geométricas de modelo digital de elevación empleado para la corrección geométrica y/o derivación de las curvas de nivel, estadísticos que cuantifiquen la precisión de la clasificación temática, entre otras. Esta información se podría estructurar como metadatos, cuya creación y gestión se torna especialmente importante, ya que a través de ellos se puede verificar el origen, integridad y validez de los datos.

4. REFERENCIAS

- Blaschke, T. Y. y Hay G. J. 2001. "Object-oriented Image Analysis and Scale-Space: Theory and Methods for Modelling and Evaluating Multiscale Landscape Structure". Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications and Geology. Manfred Ehler, Proc. SPIE Vol. 4545, pp. 35-44
- Büttner, G.; Feranec J.; G. Jaffrain; L. Mari; G. Maucha y T. Soukup. 2004. "The CORINE Land Cover 2000 Project". EARSeL eProceedings 03(3), 331-346, 2004: Buttner
- Foody, G. M. 2002. "Status of land cover classification accuracy assessment". Remote Sensing of Environment, 80, pp. 185-201.
- Hanh, T. H. y Tuân V. A. 2005. "The abilities of Quick Bird Satellite Image in Large Scale Topographic Map Updating - Case Study of Ha Noi". ACRS Proceeding 2005, 57: PS3.
- Jensen, R. J. 2005. "Introductory Digital Image Processing". Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Kato, M.; T. Sonobe; M. Oyanagi; Y. Yasuoka; M. Tamura y M. Hayashi. 2001. "Aster Data Utilization for wetland mapping and forest mapping". Proc. ACRS 2001 - 22nd Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001, Singapore. Vol. 1, pp. 498-503.
- Kobler, A.; M. Hočevár y S. Džeroski. 2000. "Forest border identification by rule-based classification of Landsat TM and GIS data". In: ICML-2000 Workshop on machine learning of spatial knowledge: July 2, 2000, Stanford University. pp. 62-69.
- Lencinas, J. D. 2009. "Bosques de Montaña y Teledetección Óptica Espacial: Desarrollo y Perspectivas". XIIIº Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. *En revisión*.
- Tanaka, S.; T. Sugimura; K. Sugimoto y I. Miyahara. 2001. "Advanced forest map by IKONOS image and Digital Elevation Model". Proceedings of the Japanese Conference on Remote Sensing, VOL.31st;237-238.
- Tung, C. H. 2005. "Updating topographic map using SPOT 5 satellite imagery". The Remote Sensing Center, Ministry of Natural Resources and Environment. ACRS Proceeding 2005. Section 46: Data Processing. DTP2-3 U. (2).
- Wiens, J. A. 1989. "Spatial Scaling in Ecology". Functional Ecology 3, No.4 (1989), pp.385-397
- Wu, H. y Z. L. Li. 2009. "Scale Issues in Remote Sensing: A Review on Analysis, Processing and Modeling". Sensors 9, no. 3: 1768-1793.

