

USO DE LAS IMAGENES RADARSAT EN LA CARTOGRAFIA DE UNIDADES DE PAISAJE EN LA ORINOQUIA COLOMBIANA

Estudio de Caso en el Municipio de Puerto López, Meta

Proyecto Colombia 27

Yolanda Rubiano, Nathalie Beaulieu.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), A.A. 6713 Cali, Colombia
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Carrera 30 48-51 Bogotá, Colombia
y.rubiano@cgiar.org, n.beaulieu@cgiar.org,

Memorias del Simposio final GlobeSAR 2, "Aplicaciones de RADARSAT en América Latina", Buenos Aires, 17-20 de mayo 1999

RESUMEN

Este estudio se realizó en el municipio de Puerto López (Departamento del Meta), Colombia, con el objeto de determinar la utilidad de las imágenes RADARSAT S-6 en la identificación y discriminación de unidades de paisaje (formas del terreno). El trabajo incluyó la adquisición de datos y revisión bibliográfica, procesamiento digital de las imágenes, interpretación visual desde la pantalla de la computadora de las imágenes realizadas digitalmente, verificación de las interpretaciones con datos de campo y mapas preexistentes y generación del mapa de unidades de paisaje. La evaluación del uso de las imágenes RADARSAT se dirigió a la discriminación mediante rasgos pictórico-morfológicos de los patrones de relieve y drenaje a través de los cuales fue posible detectar diferencias y detallar al máximo los límites entre unidades.

El proceso digital de las imágenes incluyó las siguientes etapas: remuestreo por promedio de bloques 2X2 píxeles, ortorectificación, realce y fusión con una imagen Landsat TM mediante una transformación IHS. Desde la pantalla del computador, se interpretaron las imágenes individuales y fusionadas. Los resultados se compararon con la cartografía temática existente. Para el área de estudio, las imágenes RADARSAT mostraron una alta utilidad por su contribución en la delimitación precisa y detallada de los límites entre unidades geomorfológicas. Permitieron aumentar el nivel de detalle de otras interpretaciones hechas utilizando datos del dominio óptico. La apreciación de patrones de drenaje, densidad de drenaje y grado de disección del relieve fue más clara cuando se utilizaron datos fusionados de RADARSAT y LANDSAT.

Introducción

En los últimos años se ha generado, en América Latina, una creciente preocupación por el manejo racional de los recursos naturales, para lo cual se hace necesario emprender proyectos de ordenamiento territorial y planificación. En la década de los 90, Colombia incursionó en la generación de metodologías de Ordenamiento Territorial a nivel Nacional, Departamental y Municipal. Para llevar a cabo la tarea de ordenar el territorio, se hace necesario contar con una unidades sobre las cuales se puedan generar escenarios de planificación. Tradicionalmente se han utilizado las delineaciones provenientes de los mapas de suelos, las cuales a su vez traen implícita alguna información de clima y geología. Como muchas zonas en Colombia no disponen de estudios de suelos a nivel detallado y semidetallado, la delineación de unidades de paisaje podría constituir la primera etapa de la caracterización de estas zonas, ya que es posible asociar el origen de los cambios en las propiedades del suelo con la posición que éstos ocupan en una geoforma. Además, muchas de las características que se evalúan con respecto a la utilización de la tierra están asociadas con los cambios en la morfología externa de los paisajes.

Cuando se emprende un proyecto de ordenamiento o planificación es necesario considerar además de la geología, la geomorfología y los suelos, otros factores bióticos (cobertura vegetal, uso de la tierra, fauna) y socioeconómicos (tenencia de la tierra, distribución de la población, actividad humana) analizados en un contexto de interdependencia, visto cada factor como parte de un todo integrado en una unidad de paisaje. Etter (1994) considera la unidad de paisaje como una unidad estructural – funcional, en consonancia con el enfoque particular del trabajo que se desea realizar y según el tipo de patrón sistémico que se va analizar (geomorfológico, climático, biótico, etc.,) que además debe tener en cuenta el nivel de jerarquización, el cual a su vez esta ligado estrechamente con la escala de trabajo.

Con el desarrollo de tecnologías como la de los sensores remotos (fotografías aéreas, sensores ópticos y de microondas), se facilita entonces el análisis de patrones espaciales y temporales de los paisajes. La interpretación visual o digital de imágenes de sensores remotos permite la integración y el análisis simultáneo de los factores afectando la formación de los paisajes como son la geología, geomorfología, suelos, bosques, uso de la tierra, hidrología. Partiendo de éste principio y de acuerdo con lo postulado por (Etter, 1994), una buena interpretación de patrones de paisaje puede servir igualmente a un geólogo, edafólogo, biólogo, antropólogo como unidad de análisis, ya que estos patrones de paisaje son la síntesis de las huellas dejadas por el clima, la hidrología, los procesos geogenéticos endógenos y exógenos, la litología, el suelo, la actividad de la fauna y la intervención humana.

Para alcanzar los objetivos trazados en el presente estudio, se considera relevante el uso de imágenes RADARSAT en la identificación de rasgos pictórico-morfológicos que permitan separar las unidades de paisaje, para lo cual se utilizaron criterios de jerarquización que tienen en cuenta la morfología externa del paisaje. Estos criterios se refieren a la forma, tamaño y distribución de las geoformas, así como a las relaciones de génesis debidas a la interacción del clima, material parental, suelos, vegetación, etc.

Objetivos

El objetivo general consistió en evaluar las ventajas de la utilización de imágenes RADARSAT S-6 en la cartografía de unidades de paisaje, mediante un estudio de caso en el municipio de Puerto López, Departamento del Meta. Los objetivos específicos son los siguientes:

- ◆ Realizar la interpretación visual desde la pantalla del computador de las imágenes RADARSAT - S6 de tres fechas en forma aislada y también en una composición a color.
- ◆ Comparar las interpretaciones obtenidas con datos RADARSAT, LANDSAT y la fusión de los dos.
- ◆ Generar un mapa de unidades de paisaje para la alcaldía de Puerto López.

Localización del área de estudio

Tal como se muestra en la figura 1, el área de estudio se encuentra localizada al oriente de la cordillera oriental de Colombia a 173 Kilómetros de su Capital, Bogotá, en el departamento del Meta. Comporta la mayor parte del municipio de Puerto López ubicado geográficamente entre los 4° 5' de latitud norte y los 72° 57' de longitud oeste, a 178 m.s.n.m. El municipio de Puerto López tiene una extensión de 6148 km², las imágenes RADARSAT S6 cubren la parte central del mismo, entre los ríos Meta, Metica, Yucao y Melua. La temperatura promedio anual es mayor a los 27°C, la precipitación promedio anual superior a los 2000 mm y la humedad relativa superior al 75%. El Clima se ha calificado como cálido húmedo con una distribución unimodal de las lluvias, en dos estaciones marcadas: una época seca que va de diciembre a marzo y una época más lluviosa que se extiende de marzo a finales de Noviembre (IDEAM, 1997).

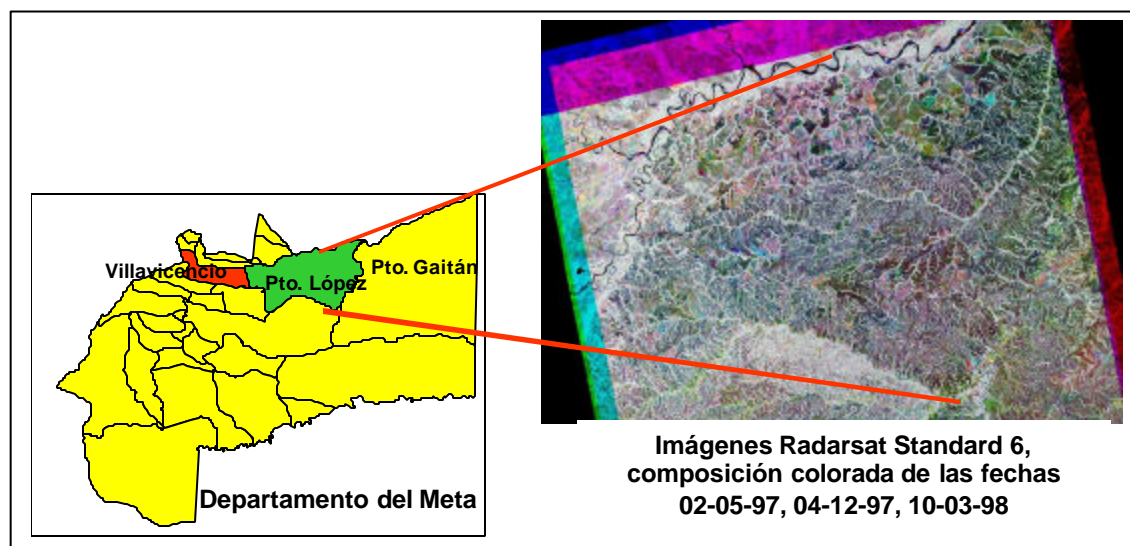


Figura 1: Localización del área de estudio, el municipio de Puerto López, Meta, Colombia

Imágenes y metodología de interpretación

Para desarrollar el trabajo se utilizaron tres imágenes RADARSAT de modo Estándar S6 ascendente, de mayo 2 y diciembre 4 de 1997 y de marzo 10 de 1998. Estas imágenes habían sido adquiridas con el objeto de identificar sabanas nativas, en función de lo cual se escogieron el ángulo de incidencia, el modo ascendente estándar 6 para suplir en primer lugar las necesidades de éste tipo de aplicación. Al hacer una rápida inspección de las imágenes mencionadas, se estimó que tenían un alto potencial para la interpretación de la geomorfología de la zona, dado los contrastes fuertes causados por la disección del relieve y diferentes densidades de drenajes, las cuales podrían ser asociadas a patrones correspondientes a distintos tipos de paisaje.

El procesamiento digital de las imágenes incluyó las siguientes etapas:

- Cálculo del coeficiente de retrodispersión (σ^0) para cada pixel a partir Número Digital, en las tres imágenes RADARSAT.
- Remuestreo de las imágenes para tener un intervalo de pixel correspondiente a 25 m mediante el promedio de σ^0 (en unidades de cociente de potencia) de bloques de 2X2 pixeles de las imágenes originales con intervalo de 12.5 m.
- Ortorectificación usando un modelo digital de elevación..
- Corregistro con una imagen LANDSAT-TM del 11 de enero de 1988
- Reescalación de la imagen RADARSAT de 16 para 8 Bit y fusión de la imagen del 2-05-97 con una composición de las bandas 4, 5 y 3 de LANDSAT-TM utilizando la transformación IHS
- Generación de composiciones a color con las tres fechas de RADARSAT.
- Interpretación visual desde la pantalla del computador, a plena resolución (con el intervalo pixel de 25m) ;verificación de la interpretación con datos existentes
- Generación del mapa y leyenda de unidades de paisaje .

Resultados

La tabla 1 presenta la comparación del nivel de contraste obtenido en las coberturas durante la interpretación visual desde la pantalla del computador, teniendo en cuenta algunos rasgos de interpretación tales como el tono, la textura, la forma, el patrón la configuración y las sombras.

Imagen	Relieve disección	Drenajes densidad	Vegetación Deforestado/uso	Vías trazo	Criterio de identificación
RADARSAT-S6 Asc. individuales	++	++	++ +	+	Tono, forma, patrón, Textura, sombra.
RADARSAT Composición 3 fechas	++++	++++	++ +	+	Color, forma, patrón, Textura, sombra.
LANDSAT Composición	+++	+++	+++ +++	++	Color, forma, patrón, Textura.
FUSION IHS	++++	++++	+++ ++	++	Color, forma, patrón, Textura, sombra.

Tabla 1. Nivel relativo de contraste en las coberturas obtenido durante la interpretación visual desde la pantalla del computador (++++ indica mucho contraste y + indica poco)

Tal como se muestra en la tabla, se tomó en cuenta para la separación de unidades: la disección del relieve (a partir de la estimación visual de los grados de pendiente), el patrón, la forma y la densidad de los drenajes, así como los rasgos asociados a los tipos de cobertura vegetal mayores (vegetación nativa y/o pastos, cultivos y bosques de galería). En cada una de las imágenes RADARSAT de las tres fechas, los rasgos morfológicos del paisaje se aprecian con facilidad. Sin embargo, para llevar la interpretación a un mayor nivel de detalle, se recurrió a la elaboración de composiciones a color, colocando cada fecha en una banda. Esta información adicional acentuó los límites entre diferentes coberturas y facilitó el trazado de las delineaciones.

Finalmente, se decidió hacer la interpretación definitiva sobre la imagen fusionada con los datos RADARSAT y LANDSAT, ya que ésta era la que más aportaba a la discriminación entre unidades de paisaje que se presentan en el mapa de la figura 2 y en la leyenda de la tabla 2.

Conclusiones

La utilización de imágenes RADARSAT S6 en la delimitación de unidades de paisaje fue ventajosa por las siguientes razones:

- En la interpretación de imágenes aisladas, en composiciones a color de las tres fechas y fusionadas con Landsat, son eficientes en la discriminación de rasgos geomorfológicos.
- Con la interpretación visual desde la pantalla del computador usando imágenes RADARSAT se obtiene una delineación más precisa de los límites entre unidades geomorfológicas y se eleva el nivel de detalle de otras interpretaciones hechas utilizando datos del espectro óptico.
- La apreciación de patrones de drenaje, de densidad de drenaje y grado de disección del relieve es más clara cuando se utilizan datos fusionados de RADARSAT y LANDSAT.
- Para zonas como los Llanos Orientales Colombianos y en general para áreas con excesiva cobertura de nubes, la utilización de datos RADARSAT se convierte en una buena alternativa cuando se requiere separar unidades de paisaje.

Bibliografía

Bignelli, P.A., 1994. Avaliação dos Dados de Radar (SAR) do Projeto SAREX-92 E ers-1 em Mapeamento Geológico na Região de Salobo, Provincia Mineral de Carajás. São José dos Campos. INPE (Disertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, no prelo). 124 p.

Etter, A.,1994. En TRATADO DE COOPERACION AMAZONICA. Zonificación Ecológica Económica. Instrumento para la Conservación y el Desarrollo Sostenible de los Recursos de la Amazonia. Memorias de la Reunión Regional realizada en Manaus, Brasil. 83-110 p.

Green J.E. et al., 1993. Assessing classification probabilities for thematic maps. Photogrametric Engineering & Remote Sensing, Vol. 59, No. 5.

IDEAM, 1997 Datos de estaciones climáticas.

IGAC, 1978. Estudio General de Suelos de los Municipios de Cabuyaro, Puerto López, San Carlos de Guaroa y la Inspección de Barranca de Upia. (Departamento del Meta). Bogotá. 451 p.

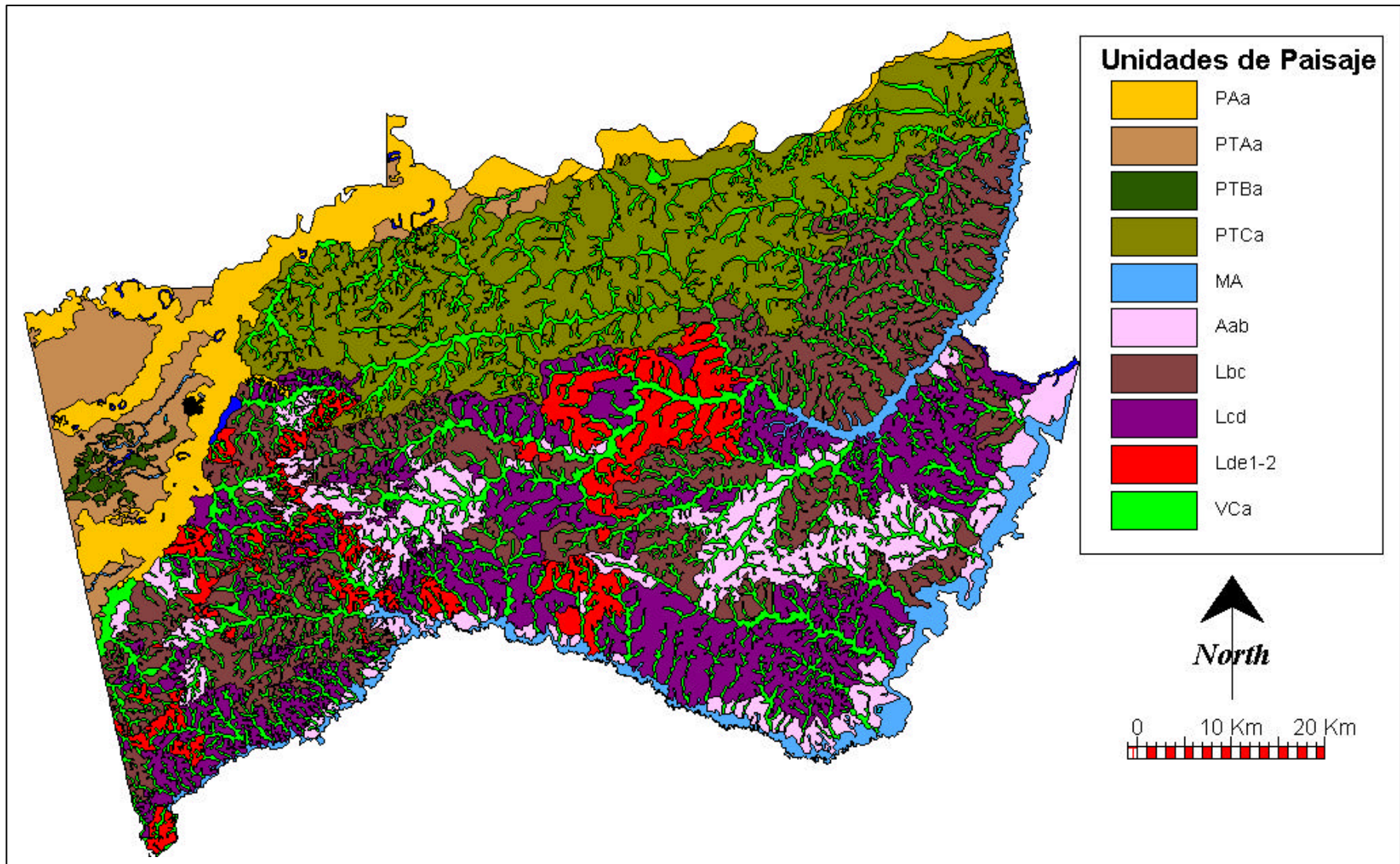


Figura 2: mapa de unidades de paisaje presentado en la figura 2, obtenido a partir de la interpretación visual de una composición coloreada “IHS” de una imagen RADARSATt s6 y una imagen Landsat TM del municipio de Puerto López.

UNIDAD CLIMATICA	GRAN PAISAJES UNIDAD GENETICA DE RELIEVE	PAISAJE	PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL TIPO DE RELIEVE Y PROCESOS GEOMORFOLOGICOS	SIMBOLO
CALIDO HUMEDO	LOMERIO FLUVIO-GRAVITACIONAL	LOMAS Y COLINAS Arcillas y conglomerados	Relieve muy, fuertemente disectado, quebrado, colinas de cimas agudas, laderas rectilíneas, largas con pendiente dominante 12 - 25%. En algunos sectores de presenta erosión moderada con formación de cárcavas.	Lde1-2
	ALTIPLANICIE ESTRUCTURAL	LOMAS Arcillolitas	Relieve fuertemente disectado ondulado a quebrado. Lomas con con cimas subredondeadas, laderas rectilíneas, medias, pendiente 7-12 y 12-25%, erosión ligera a moderada.	Lcd
		LOMAS ASOCIADAS CON MESAS Y GLACIS MIXTOS Arcillas y conglomerados	Relieve moderadamente disectado a ondulado, lomas de laderas cortas y medias, pendiente 3-7 y 7-12%. Los glacis con planos inclinados de pendiente 3-7 y cimas redondeadas. Mesas planas amplias, escarpes cortos y casi verticales.	LCbc
	ALTIPLANICIE Y/O LOMERIO	VALLECITOS COLUVIO -ALUVIALES Depósitos mixtos aluviales y coluviones heterométricos	Superficies de relieve ligeramente plano, pendientes 1-3%, microrelieve plano cóncavo con ligera inclinación hacia los taludes. Inundables.	Vca
	PLANICIE ALUVIAL	PLANO DE INUNDACION MIXTO Cantos, gravas y arenas aluviales	Superficies con relieve ligeramente plano, pendientes 1-3%. Encharcamientos periódicos	Paa
		TERRAZA AGRADACIONAL NIVEL 1 INFERIOR Arcillas aluviales	Superficies con relieve ligeramente plano, pendiente 1-3%. Microrelieve plano-convexo. Encharcamientos periódicos.	PTAa
		TERRAZA AGRADACIONAL NIVEL 2 Arcillas aluviales, con mantos de arenas eólicas localizados y capas de gravas a diferentes profundidades	Superficies con relieve plano, pendiente 1-3%. Microrelieve plano - cóncavo. Planadas extensas interrumpidas por causas antiguos, encharcamientos.	PTBa
		TERRAZA AGRADACIONAL NIVEL 3. SUPERIOR Depósitos mixtos aluviales	Superficies con relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado, pendientes 1-7%, microrelieve concavo-convexo, zurales, encharcamientos	PTCa
	VALLE ALUVIAL	PLANO DE INUNDACION ACTIVO DE RIO MEANDRICO Depósitos clásticos hidrogénicos.	Superficies con relieve ligeramente plano, pendientes 1-3%, Microrelieve cóncavo-convexo. Existen lagunas, meandros y cauces abandonados. Inundaciones y encharcamientos periódicos.	MA

Tabla 2: Leyenda del mapa de unidades de paisaje presentado en la figura 2, obtenido a partir de la interpretación visual de una composición coloreada “IHS” de una imagen RADARSAT S6 y una imagen Landsat TM del municipio de Puerto López.