

LA CROMOESTEREOSCOPIA APLICADA EN LA PERCEPCION REMOTA

Autores: Puig, C.J., Leclerc, G. y W.C. Bell

RESUMEN

La cromoestereoscopia es una nueva técnica que permite observar imágenes con tres dimensiones, a través de la decodificación de los colores asignados previamente a los objetos. Por medio del uso de lentes de doble prisma (ChromaDepth™ 3D HD), se decodifican los colores de la imagen apreciando distintos niveles de profundidad. Recientemente esta técnica fue incorporada en estudios uso de la tierra mediante la percepción remota.

Para el presente trabajo se utilizó la información de un modelo de elevación digital y un mosaico de ortofotografías aéreas de la cuenca del río Tascalapa en Honduras. Los datos fueron transformados mediante el procedimiento IHS-RGB. El mosaico, el modelo de elevación digital y la constante 150 reemplazaron los canales I, H y S respectivamente y se asignaron a los canales R, G y B.

Para verificar la interpretabilidad de los productos de esta técnica, los resultados obtenidos se compararon sobre 4 diferentes escalas de trabajo. Las imágenes obtenidas a escalas de 1:6000 a 1:12000 permitieron discriminar la mayor cantidad de tipos de coberturas, las diferencias en la altitud entre puntos y principales accidentes topográficos, considerando aspectos como la calidad de la información y un tamaño de impresión tipo carta.

Los productos obtenidos por esta técnica son de bajo costo, si se tiene en cuenta que los procedimientos pueden realizarse en cualquier PC, con los programas de SIG más comerciales, impresoras de inyección de tinta y lentes especiales de un costo reducido.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT),

A.A. 6713, Cali - Colombia

jpui@gis.ciat.cgiar.org

gleclerc@gis.ciat.cgiar.org

bell@gis.ciat.cgiar.org

1. INTRODUCCION

La cromostereoscopia es una técnica visual donde se genera imágenes en falso color con visión tridimensional. Estas pueden ser mostradas en diversos formatos, tales como impresiones, filmes, vídeo, televisión y gráficos computarizados (Toutin y Rivard, 1995).

Esta técnica se basa en el uso de las características ópticas de refracción y difracción que permiten observar imágenes en dos o tres dimensiones mediante el uso de lentes especiales de doble prisma (Toutin y Rivard, 1995). Estos lentes captan la imagen como si fuera un par estereo, producto de la visualización de un objeto desde distintos puntos, codificando el color en distintos planos de profundidad (Chromatek Inc., 1997).

Diferentes especialidades, tales como la publicitaria, entretenimiento y geológica han hecho uso del efecto cromostereoscópico para la generación de materiales de interés (Chromatek Inc., 1997). En 1995 Toutin y Rivard aplicaron por primera vez la cromostereoscopia en estudios de recursos naturales mediante el uso de imágenes digitales. En ese trabajo combinaron la información de una imagen Landsat TM, un modelo de elevación digital (DEM) y una imagen radar SAR ERS-1 en un área montañosa de British Columbia, Canadá. Otras aplicaciones fueron desarrolladas por los mismos autores en 1997, combinando varias fuentes de datos.

Mediante el presente trabajo se pretende determinar la escala de trabajo adecuada para la generación de mapas, aportar con nuevos productos para la investigación participativa, reemplazando los mapas y maquetas en relieve, contribuir con un nuevo material educativo, optimizar el contenido de información para clasificar diferentes coberturas, mejorar la percepción de la imagen y demostrar la aplicabilidad de esta técnica para estudios América Latina.

2. AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó para la cuenca del río Tascalapa en la región de Yoro - Honduras. Esta área ha sido seleccionada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical como prioritaria para llevar a cabo estudios referidos al manejo de recursos naturales por comunidades en áreas de ladera.

La superficie de la cuenca es de 11200 ha, existiendo variaciones de altura que van desde 410 m.s.n.m. a los 1930 m.s.n.m.. Los tipos de coberturas predominantes las constituyen los cultivos anuales, perennes, pasturas naturales y mejoradas, matorrales, bosques naturales de coníferas, bosques naturales mixtos y áreas urbanas.

3. MATERIALES

Fueron utilizados para la realización del presente trabajo un mosaico de ortofotografías aéreas tomadas en 1993 de resolución de pixel de 1 m y un DEM generado a partir de pares estereoscópicos, de resolución de pixel de 10 m. Ambas imágenes estuvieron en formato digital. Las ortofotos y el DEM fueron procesados en el módulo OrthoMax del programa Imagine de ERDAS versión 8.2.

Las aplicaciones fueron realizadas con el programa PCI versión 6.0.1 dentro de los modos EASI y GCPWorks utilizando una estación de trabajo SUN SPARCstation 5. Sin embargo con cualquier computadora personal y sistema de información geográfica podría generar estos productos, siempre y cuando se cuente con la programación de la transformación IHS-RGB.

La visualización del despliegue de la imagen a falso color compuesto en tres dimensiones, se realizó mediante el uso de los lentes "ChromaDepth™ 3-D red proud". Estos lentes diseñados con un doble prisma permite ver la gama de colores representados por la LUT en planos de profundidad, desde el rojo en el nivel superior al azul en el nivel inferior, los niveles intermedios de altura fueron asignados según la posición electromagnética en el espectro. El precio de estos lentes en el mercado tiene un valor de US\$1 (dólar) (Chromatek Inc., 1997; Toutin, 1997).

4. METODOS

Las imágenes correspondientes al mosaico de ortofotografía y el DEM, fueron referenciadas geográficamente al sistema NAD27 west Central América. Una nueva imagen conjugó los datos del ortomosaico y el DEM en dos canales de información con valores 8 bit sin signo, de resolución de pixel de 1x1 metro.

Por medio de la transformación IHS-RGB (Intensity, Hue, Saturation - Red, Green, Blue) se integraron los anteriores datos. Esta transformación basa en la modificación de la intensidad, tono y la saturación, cuales son una de las formas en que se puede expresar el color a través de un sistema de coordenadas cilíndricas o esféricas a números digitales correspondientes a los tres colores primarios, rojo, verde y azul (Edwards y Davis, 1994). La transformación es controlada mediante el uso de los siguientes algoritmos matemáticos previamente establecidos en el programa (Kruse y Raines, 1984):

I,H,S son los valores de entrada de intensidad, tono y saturación

R,G,B son los valores de salida de rojo, verde, azul

$$K2 = \sqrt{2}/2$$

$$K3 = \sqrt{3}/3$$

$$K6 = \sqrt{6}/6$$

$$K7 = \sqrt{6}/3$$

$$\pi = 3.14159$$

B1,X1 son valores intermedios

Las siguientes ecuaciones son usadas para datos normalizados hasta ND de 0-255:

$$B1 = (S * (208.2066/255)) * \cos(H * (360/255) * (\pi/180))$$

$$X1 = (S * (208.2066/255)) * \sin(H * (360/255) * (\pi/180))$$

$$R = (K3 * I * (442/255)) - (K6 * B1) - (K2 * X1)$$

$$G = (K3 * I * (442/255)) - (K6 * B1) + (K2 * X1)$$

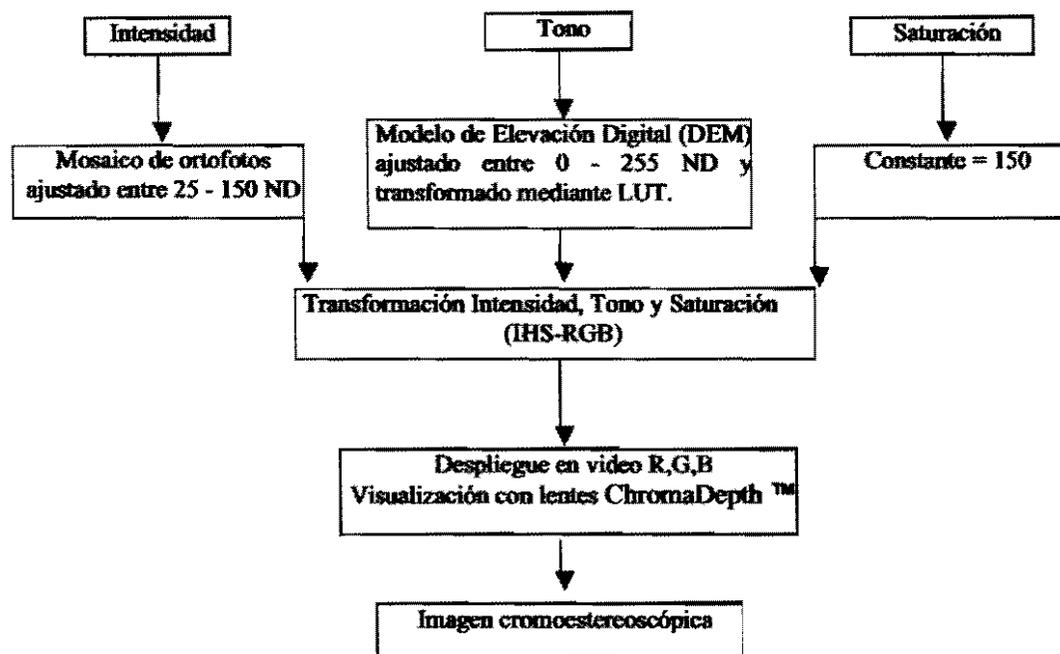
$$B = (K3 * I * (442/255)) + (K7 * B1)$$

Los datos correspondientes al mosaico de ortofotos fueron ajustados (normalizados) a un rango de 25 a 150 ND (nivel digital) y asignados a la intensidad. La saturación tomó el valor constante de 150 ND, en tanto el DEM controló los valores del tono previamente escalados de 0 a 255 ND y transformado mediante una tabla de asociación de píxeles (LUT). Los rangos de ND utilizados en la tabla para modificar los valores del DEM fueron los siguientes:

<i>ND entrada</i>	<i>ND salida</i>	<i>color</i>
0-82	0-57	azul (B)
83-120	58-114	verde(G)
121-255	115-171	rojo (R)

Esta LUT permite transformar imágenes a iguales proporciones de colores en los rangos correspondiente al rojo, verde y el azul. Este rango de color es acorde a la noción de percepción que permite los lentes ChromaDepth™. Como resultado se obtuvo una imagen coloreada en una gama de colores desde el azul al rojo (Gráfica 1). La información suministrada por la intensidad destaca los tipos de usos afectando las propiedades del brillo, en tanto que el valor de 150 escogido para el canal de saturación altera la pureza del color, realzando las diferentes coberturas sin llegar a una completa saturación.

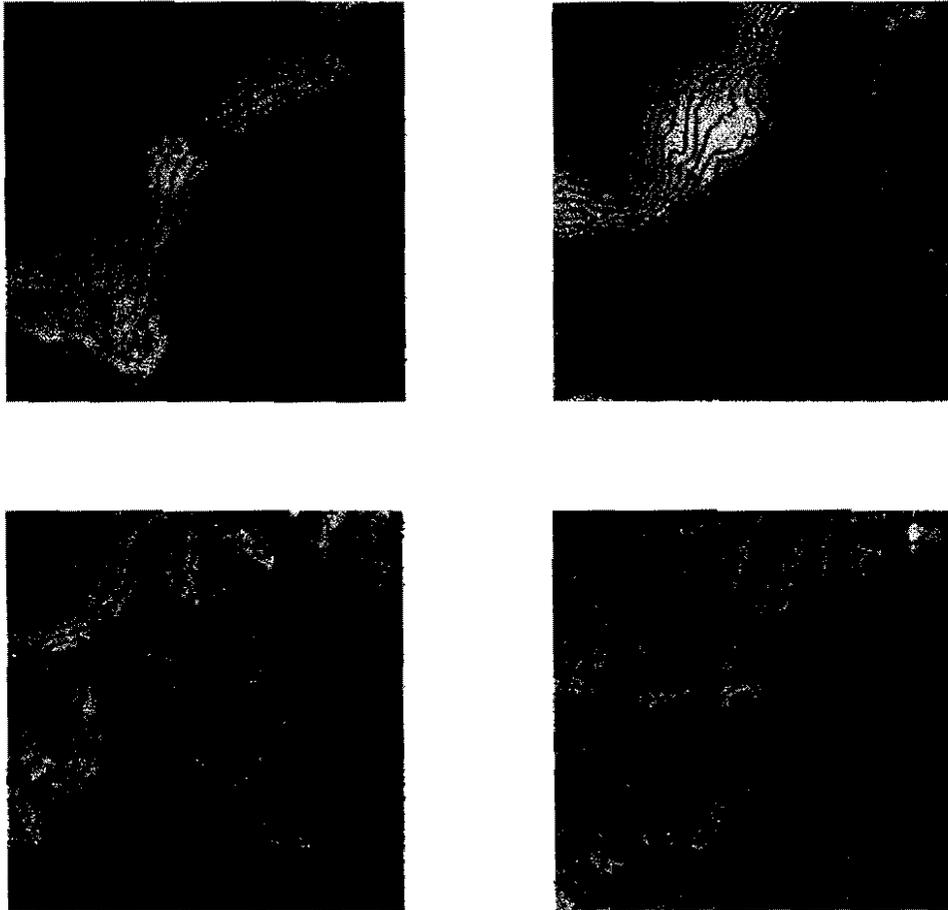
Gráfica 1. Generación de una imagen cromostereoscópica mediante la transformación IHS-RGB.



Se extrajeron del DEM información de curvas de nivel de equidistancia variable según la escala de trabajo y superpuestas a las imágenes cromostereoscópicas para destacar aun más la visión tridimensional. Una mejor percepción tridimensional de la imagen se consiguió asignando el color negro a las curvas, cual presenta neutralidad en la profundidad de la imagen.

Para interpretar los resultados fueron utilizadas 4 escalas de trabajo, comparando superficies y escalas crecientes y decrecientes respectivamente de 1:3000, 1:6000, 1:12000 y 1:24000 (gráfica 2).

Gráfica 2. Cromoesterescopia de un mosaico de ortofotos aéreas realizadas a 4 escalas de trabajo.



5. RESULTADOS

El producto conseguido de la combinación de un mosaico de ortofotografía con un DEM por medio de la transformación HIS-RGB, permiten destacar la pureza o estructura de las coberturas en la imagen según su altura.

La utilidad de estos productos depende de la escala a la cual se analice el trabajo. A escalas pequeñas solo puede tenerse una noción de las irregularidades del área de estudio y los sistemas de escurrimiento de las aguas de una cuenca. En cuanto a los tipos de coberturas, éstas son distinguidas con mayor precisión a medida que la escala de estudio aumenta.

El producto resultante de aplicar diferentes escalas de estudios suministra información que podría ser utilizada para distintos fines. Las imágenes obtenidas a escala 1:24000 permiten apreciar pequeñas microcuencas cubiertas de bosques y no bosques a distintos rangos de altura. Los productos a escala 1:12000 y 1:6000 destacan diferentes coberturas como pastos, pasturas arboladas, bosques altos, matorrales, áreas urbanas, divisorias de campo, caminos, ríos y bosques de galería según sea su nivel de altura. Con el uso de la escala 1:3000 se gana claridad en la información ya que permite ver la complejidad de ciertas coberturas tales como son los bosques o pasturas arboladas. No obstante para que la información generada sea de utilidad, es necesario realizar impresiones de tamaño muy grande. Por tal motivo debe considerarse los costos que esto implica a la hora de decidir por la escala de impresión.

El uso de las curvas de nivel, además de mejorar la percepción tridimensional ayuda a interpretar las irregularidades de la superficie tales como quebradas, ríos, pendiente de las laderas.

6. CONCLUSIONES

Para la obtención de una imagen con efectos cromoestereoscópicos a partir de un mosaico de ortofotos de fotografías aéreas y un DEM, se recomienda proceder de la misma forma con que fueron tratadas en este trabajo. El histograma del mosaico de ortofotos debe ser ajustado entre valores de 25 a 150 ND, el DEM ajustado primeramente sobre los 256 ND y posteriormente según una tabla de asociación (lookup table) a 172 ND y la generación de un canal de valor constante de 150. Estos datos son procesados mediante la transformación IHS-RGB, reemplazando la intensidad, el tono y la saturación por los valores del mosaico de ortofotos, el DEM ajustado a 172 ND y la constante respectivamente.

La generación de estudios con productos cromoestereoscópicos debe realizarse en lugares donde se encuentran alguna diferencias en altura entre puntos en la imagen, ya que la metodología utiliza la información del DEM como patrón para la asignación de colores a la imagen. En cada imagen el DEM debe ser escalado de 0 a 255 ND para exagerar las irregularidades del relieve y luego transformado mediante LUT para adecuar a la percepción de los lentes ChromaDepth™.

Para fines prácticos, las imágenes con visión cromoestereoscópica proporcionan información de las distintas coberturas presentes, de las diferencias de altura entre puntos de interés, irregularidades del terreno y el sistema de drenaje de la cuenca. También constituye para el clasificador una herramienta para el estudio de las geofformas, suelos, además de establecer categorías de clasificación según una nueva variable, como lo es el nivel de altura.

La generación de imágenes a escalas 1:12000 y 1:6000 son recomendadas para seleccionar una mayor cantidad de tipos de coberturas, considerando un adecuado tamaño de impresión. A escalas mas pequeñas pueden ser distinguidas de 5 a 6 tipos solamente. Estas escalas están siendo probadas en varios sectores de la cuenca para corroborar sus beneficios.

7. LITERATURA CONSULTADA

Chromatek Inc.. 1997. Welcome to Chromatek's. Home Page (<http://www.chromatek.com/>).

Edwards, K. and P.A. Davis. 1994. The use of intensity-hue-saturation transformation for producing color shaded-relief images. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 60(11):1369-1374.

Kruse, F.A. and G.L. Raines. 1984. A technique for enhancing digital colour images by contrast stretching in Munsell colour space. In *Proceedings of the International Symposium on remote Sensing for Exploration Geology*, (04/16-19/1984). Colorado Springs, Colorado, USA.

Toutin, Th. 1997. Quantitative aspects of chromo-stereocopy for depth perception. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 63(2):193-203.

Toutin, Th. and B. Rivard. 1995. A new tool for depth perception of multi-sources data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 61(10):1209-1211.

Toutin, Th. and B. Rivard. 1997. Value added Radarsat products for geoscientific applications. *Canadian Journal of Remote Sensing*. Research note. 23(1):63-70.