



Artículo: ANEI-S50103

XI CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACIÓN Simposio 5. Manejo Integral de Cuencas

Guanajuato, Guanajuato, México, 19-21 de Septiembre de 2001

APLICACION DE TECNOLOGIA GEOESPACIAL EN EL ESTUDIO DE CUENCAS: CASO RIO CONCHOS

E. Carreón Hernández¹, C. Pinedo Alvarez¹, A. Lafón Terrazas¹

Resumen

El Río Conchos es la principal fuente superficial de agua continental en el estado de Chihuahua, se encuentra ubicado en la Región Hidrológica 24 Río Bravo, dividiéndose en cinco cuencas, con una superficie de 68,505 km². Esta importante cuenca provee agua para la agricultura, acuacultura, ganadería, minería, industria y uso doméstico; sin embargo, debido a la modificación del entorno (sobreexplotación de agua, presas, desecación y deforestación), contaminación por agroquímicos, desechos industriales y aguas residuales, aunando a ello la presencia de especies introducidas, se encuentra catalogada como área prioritaria amenazada. No obstante, poca información existe al respecto.

En este contexto, la tecnología geoespacial ha permitido el estudio de dicha cuenca, obteniéndose varios productos a partir de imágenes de satélite Landsat TM5 y Modelos Digitales de Elevación, entre ellos se cuenta con: bases cartográficas; análisis de los recursos de la zona de recarga básica, cuenca alta; monitoreo de cambios forestales en la Sierra Madre Occidental; análisis de la condición de los sistemas ribereños del Río Conchos y su impacto sobre la biodiversidad; y clasificación supervisada de la vegetación (fase preliminar); los cuales serán discutidos durante la presentación.

¹ Departamento de Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua, Perif. Fco. R. Almada km 1, C.P. 31031, Chihuahua, Chihuahua, ecarreohdz@yahoo.com.mx

Introducción

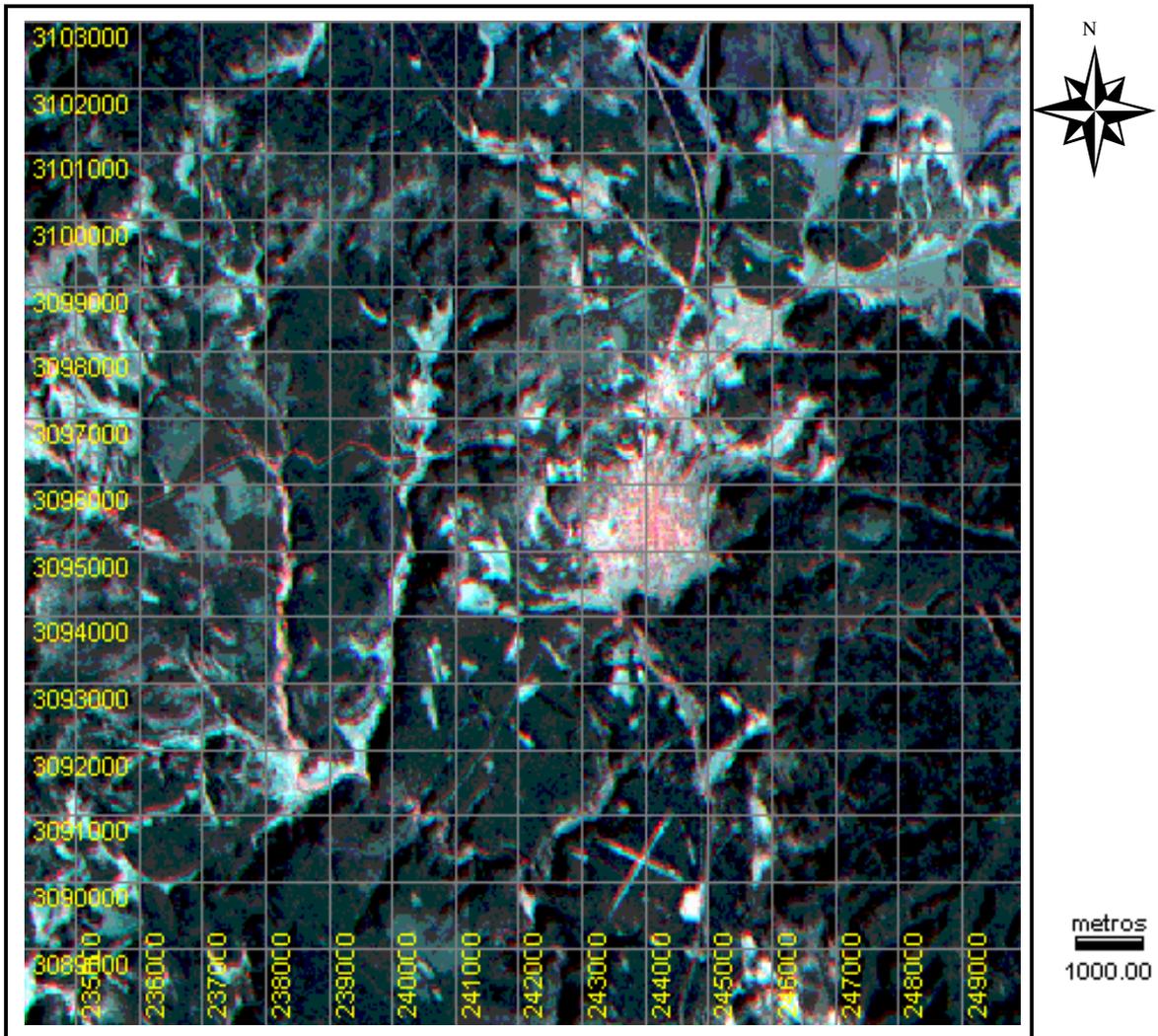
Actualmente el monitoreo y evaluación de los recursos naturales requiere el utilizar las nuevas tecnologías de colecta, manejo, análisis, modelado y despliegue de datos espacialmente referenciados dirigidos a la solución de problemas complejos de manejo y planeación de los recursos existentes en los predios, tanto forestales como agropecuarios. El uso de imágenes de satélite y su integración a Sistemas de Información Geográfica (SIG) muestran una creciente demanda como fuente de datos para apoyar una amplia gama de necesidades de información espacial requeridas por diversas disciplinas, campos y problemáticas.

Gracias a su efecto repetitivo las imágenes de satélite permiten seguir los cambios de uso de suelo y vegetación. Así mismo, los SIG permiten efectuar el análisis de todo tipo de datos geográficos como las imágenes de satélite, mapas o la información de campo georreferenciada. Ambas tecnologías son por lo tanto herramientas que permiten el monitoreo y análisis de los procesos que influyen en la degradación de los ecosistemas. En este contexto, se ha estudiado la cuenca del Río Conchos, el cual es la principal fuente superficial de agua continental en el estado de Chihuahua, se ubica en la Región Hidrológica 24 Río Bravo, dividiéndose en cinco cuencas, con una superficie de 68,505 km², lo que significa el 26% de la superficie estatal. Esta importante cuenca provee agua para la agricultura, acuicultura, ganadería, minería, industria y uso doméstico; sin embargo, debido a la modificación del entorno (sobrexplotación de agua, presas, desecación y deforestación), contaminación por agroquímicos, desechos industriales y aguas residuales, aunando a ello la presencia de especies introducidas, se encuentra catalogada como área prioritaria amenazada (CONABIO, 1998). Aún y cuando el Río Conchos ha sufrido severas modificaciones en su Cuenca Baja, mantiene algunas secciones “aparentemente” bien conservadas en su Cuenca Alta y específicamente en la Zona de Recarga Básica; sin embargo, no se cuenta con un sistema de evaluación en la región que permita determinar la condición que guarda actualmente el río y la biodiversidad asociada a lo largo de su cauce, razón por la cual, se han realizado diversos estudios, que permiten de manera general determinar la condición que guarda la cuenca, siendo estos: análisis de los recursos de la zona de recarga básica; monitoreo de cambios forestales en la Sierra Madre Occidental; análisis de la condición de los sistemas ribereños del Río Conchos y clasificación supervisada de la vegetación (fase preliminar), los cuales se discuten por caso.

Estudios de caso

Análisis de los recursos de la zona de recarga básica, cuenca alta, río conchos, con datos de Landsat TM y Tecnología de Sistemas de Información Geográfica

Para la obtención de datos se utilizaron imágenes de satélite Landsat TM, Modelos Digitales de Elevación y datos de campo, apoyándose en cartas topográficas y fotografía aérea para detalles de localización. Las variables hidrográficas, delimitación de la cuenca, poblados y caminos se digitalizaron con el programa AUTOCAD. Para preparar las imágenes de satélite se les aplicó corrección radiométrica, atmosférica y geométrica, para su posterior análisis y generación de composiciones en falso color y clasificación multiespectral. De igual manera al Modelo Digital de Elevación se le aplicó el proceso de corrección geométrica para posteriormente obtener los mapas de elevación y temperaturas máximas y medias. Los mapas de clasificación de la vegetación se procesaron con el método supervisado a partir de 5 bandas de Landsat TM. Para el análisis de cambios de uso del suelo y vegetación se utilizaron dos imágenes de satélite (de 1993 y 1999), a las cuales se les realizó una clasificación supervisada y se calculó la tasa de deforestación, comparándose esta con una base de datos. Se generaron diez mapas de la zona de recarga básica. De la imagen clasificada se obtuvieron cinco categorías de vegetación: bosques comerciales de alta producción, de regular producción, bosques en recuperación, bosques secundarios y uso no forestal. Se obtuvo una determinación preliminar de la tasa de deforestación para el área de influencia de San Juanito-Creel la cual fue de 18,480 ha entre 1993 y 1999, lo que representa el 16.8% de la superficie del bosque existente en 1993. Esta tasa representa una deforestación anual de 2.8%. La información generada permitirá establecer medidas de manejo y conservación de los recursos naturales inmersos en la Zona de Recarga Básica de la Cuenca Alta del Río Conchos, así como identificar áreas prioritarias para su protección o restauración.



COMPOSICION EN FALSO COLOR CON LAS BANDAS 5, 4 Y 3
 GENERADAS DE LA IMAGEN DE SATELITE LANDSAT TM
 MARZO DE 1993

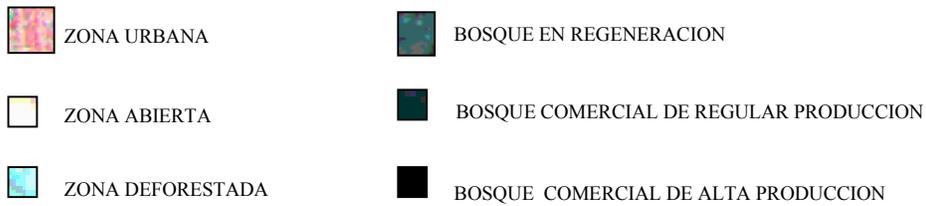
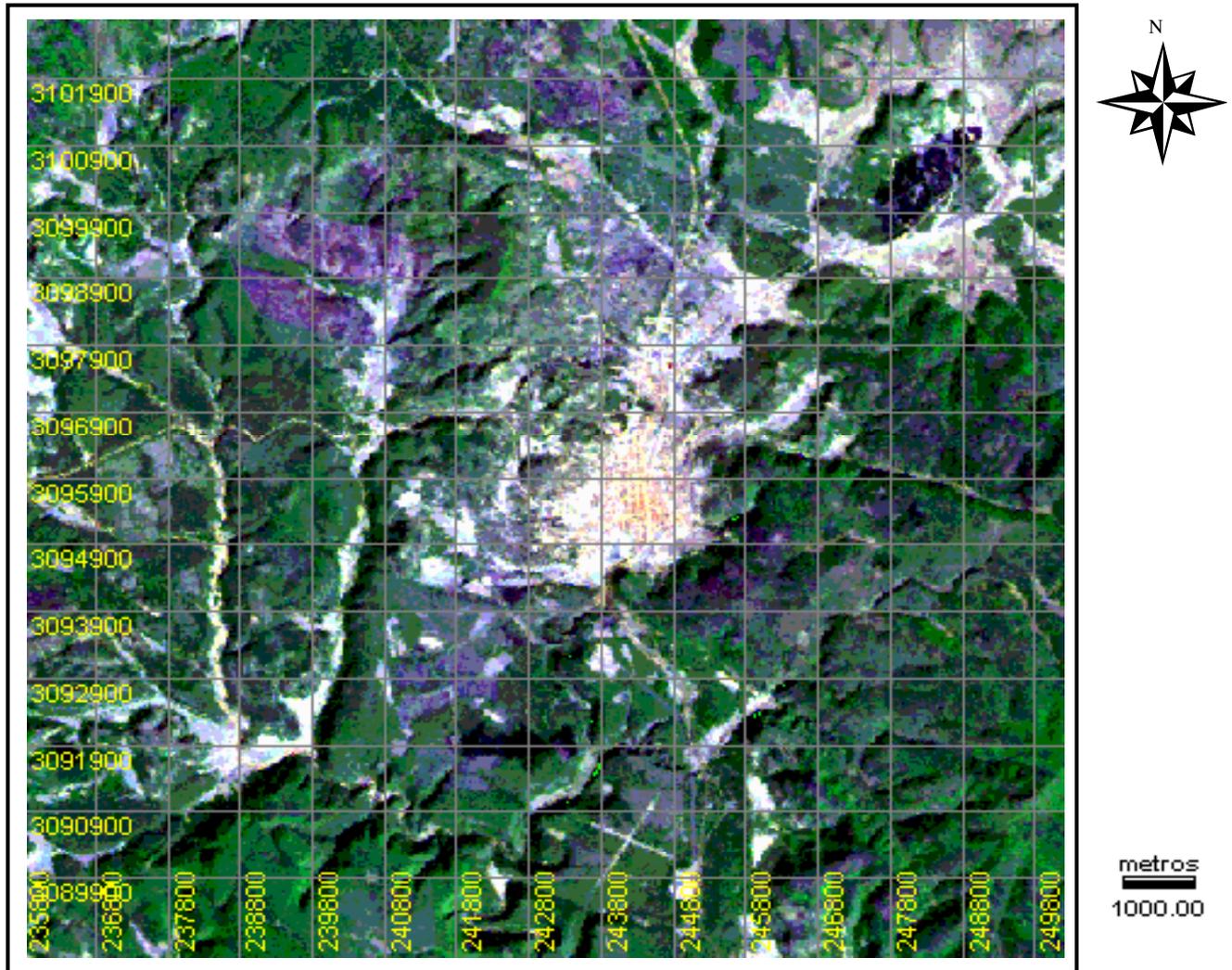


Figura 1 Panorámica de elementos de deforestación en el área de influencia del Ejido San Juanito, Marzo de 1993.



COMPOSICION EN FALSO COLOR CON LAS BANDAS 5, 4 Y 3
GENERADAS DE LA IMAGEN DE SATELITE LANDSAT TM
MARZO DE 1999

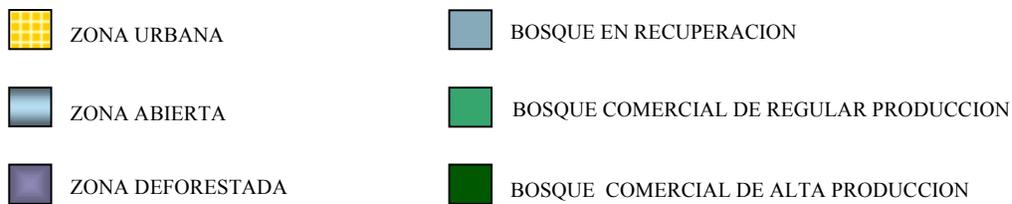


Figura 2 Panorámica de elementos de deforestación en el área de influencia del Ejido San Juanito, Marzo de 1999.

Análisis de la condición de los sistemas ribereños del río Conchos

En el presente estudio se determinó la condición actual de la ribera del Río Conchos siguiendo la metodología del BLM (Bureau of Land Management), para lo cual se muestrearon 35 áreas a lo largo del río, de las cuales 24 se clasificaron como no funcionales, 11 como funcionales en riesgo (6 con tendencia ascendente y 5 con tendencia descendente). Los probables factores que han contribuido a esto son el sobrepastoreo, descarga de aguas negras,

regulación del caudal, condición del cauce corriente arriba y falta de flujo entre otros. Se caracterizaron los patrones espaciales de la cuenca utilizando para ello imágenes del satélite Landsat-TM 5 de 1999 (de diferentes fechas), a las cuales se les aplicó corrección radiométrica, atmosférica y geométrica. También se utilizaron Modelos Digitales de Elevación, cartas temáticas y topográficas editadas por INEGI, con el objeto de identificar el área ribereña a lo largo de la cuenca, desarrollándose para ello composiciones en falso color, para analizar los recursos bióticos y poder generar los mapas supervisados. Para conocer la opinión y el grado de conocimiento que sobre el Río Conchos tienen algunos de los actores involucrados en lo que respecta al uso, administración y manejo del mismo, se realizó un cuestionario, el cual debido a la falta de respuesta sólo se consideró como un premuestreo (n = 31); sin embargo, se encontró que el 74% de los encuestados piensa que existen cambios en las condiciones naturales del río. Con lo que respecta a los problemas que creen que existen en el río mencionan como principal a la contaminación por drenaje, seguido por contaminación por agroquímicos, actividades agrícolas y falta de flujo, sobrepastoreo, aprovechamiento forestal, condiciones de la cuenca, regulación del caudal y construcción de caminos, encauzamiento, actividades mineras y caudales aumentados. El 48.3% cree que el recurso está sobreexplotado; el 58% menciona que el estado de la vegetación es pobre y un 16% que es regular; con lo que respecta a calidad de agua el 35% opina que es mala y un 22% que es regular; el 38% considera que la condición del suelo es regular, mientras que un 13% considera que es pobre; de acuerdo a las respuestas el valor más importante fue el ecológico, seguido por el económico; la mayoría coincide en que debería existir un plan de manejo y que este debería enfocarse principalmente hacia conservación; sin embargo, creen que existe apatía y falta de interés por parte de usuarios y autoridades. Se registraron un total de 396 especies de fauna (11 en peligro de extinción, 28 amenazadas, 12 raras, 11 con protección especial y 12 son endémicas dentro de alguna de las categorías anteriores). De flora se registraron 531 especies (1 en peligro de extinción, 1 rara y 2 introducidas). Sin embargo, en las áreas ribereñas sólo se observaron 27 especies de fauna (1 endémica) y 19 de flora (1 en peligro de extinción y 2 introducidas), lo cual refleja el deterioro ecológico en que se encuentran dichas áreas, por lo que se requieren de más estudios al respecto.

Clasificación de funcionalidad de las áreas ribereñas de la Cuenca Río Conchos.

		CLASIFICACION DE FUNCIONALIDAD		TENDENCIA PARA FUNCIONAL EN RIESGO	
CUENCA	AREAS MUESTREADAS	NO FUNCIONAL	FUNCIONAL EN RIESGO	ASCENDENTE	DESCENDENTE
Río Conchos – Presa La Boquilla	15	10	5	2	3
Río Conchos – Presa El Granero	14	10	4	2	2
Río Conchos – Ojinaga	6	4	2	2	0
Totales	35	24	11	6	5

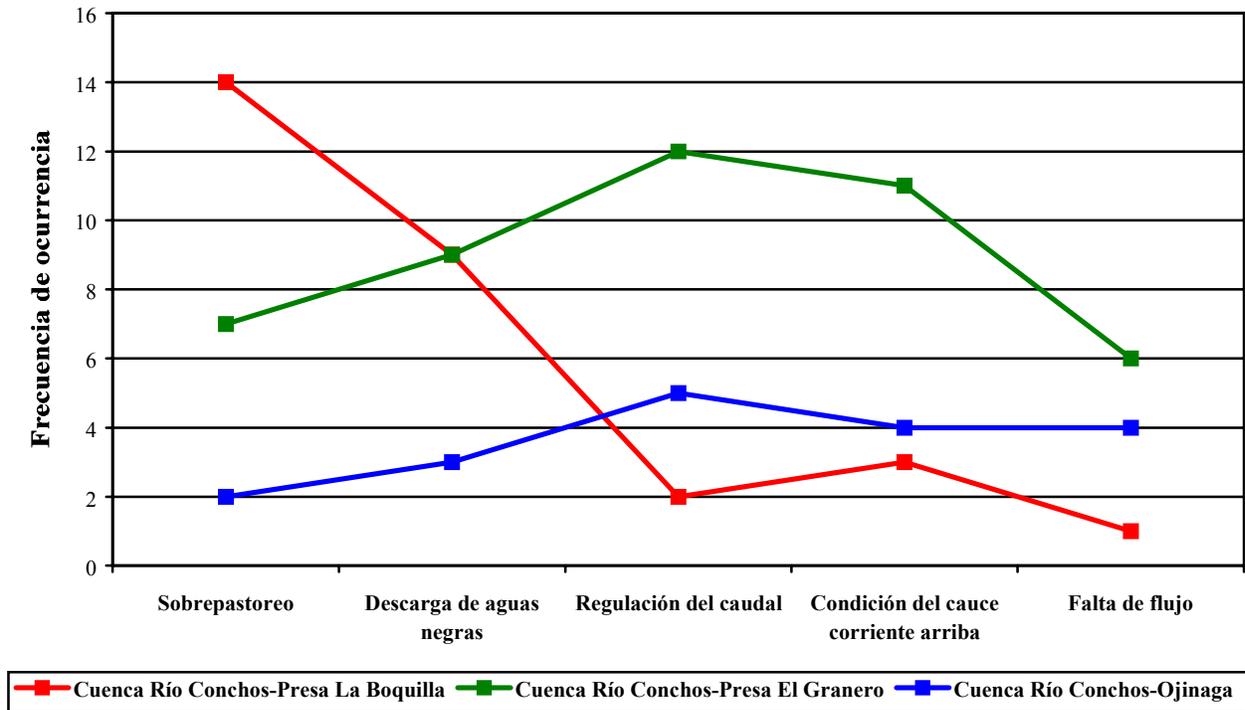


Figura 3. Frecuencias de probables factores causales de la condición de funcionalidad actual de las áreas ribereñas en las Cuencas del Río Conchos

Clasificación de la vegetación y uso actual del suelo en la cuenca Río Conchos (Estudio preliminar)

De acuerdo a su disponibilidad, la información generada en este estudio se obtuvo a partir de tres fuentes de datos: imágenes del satélite Landsat-TM 5 de 1999, Modelos Digitales de Elevación y mapas temáticos en escala 1:50,000. Para el procesamiento de las imágenes se utilizó el programa IDRISI 32 (Eastman, 1999; Eastman, 1999b), mientras que para la colecta de datos por digitalización y edición el programa AutoCAD 14. Se aplicaron correcciones radiométricas, atmosféricas y geométricas, a cada uno de los canales espectrales de las imágenes. La corrección geométrica se utilizó para pasar de coordenadas originales columna-renglón a coordenadas U.T.M. (Universal Transversa de Mercator). La georeferenciación es un paso básico para poder comparar y sobreponer los resultados obtenidos geográficamente en el estudio con la cartografía existente de la zona. Se realizó un análisis estadístico de Componentes Principales (ACP), el cual permitió sintetizar y separar la información intrínseca en cada una de las bandas originales creando nuevas variables, que son los Componentes Principales, los cuales reúnen la mayor parte de la información original y facilitaron el análisis e interpretación de los cambios. Al aplicar este análisis sobre la imagen Landsat-TM se obtuvo la matriz de varianza-covarianza para las siete bandas. Asimismo, se logró una mejor discriminación de algunos aspectos dentro de la imagen y de esta manera se seleccionaron las bandas con las cuales se realizaron las composiciones en falso color. De igual manera, se realizó un realce de las imágenes para resaltar los valores en un rango desde el valor mínimo de los datos hasta un valor máximo especificado. Para un conocimiento preliminar de las clases y/o tipos de cobertura existentes en la Cuenca Río Conchos – Ojinaga, se generaron Composiciones en Falso Color. Se llevó a cabo una clasificación multiespectral la cual dio una ordenación de píxeles dentro de un número determinado de clases individuales basado en sus valores de archivo, de tal manera que un píxel sea asignado a la clase que le corresponda. En el presente estudio la clasificación de las imágenes se realizará a partir de las composiciones en falso color con el método no supervisado y supervisado, para facilitar la visualización de los sitios de entrenamiento previo a la clasificación. Para lo cual primero se localizaron elementos representativos de cada tipo de cubierta que se identificaron en la imagen (sitios y/o campos de entrenamiento); posteriormente, se digitalizaron polígonos de los sitios de entrenamiento, asignando un identificador único a cada tipo de cubierta. Se analizaron los píxeles dentro de los sitios de entrenamiento originando firmas espectrales para

cada uno de los tipos de cubierta. Se clasificaron subimágenes, considerando cada píxel (uno por uno) comparando su firma particular con cada una de las formas conocidas, así denominada por su clasificación rigurosa, cada píxel fue asignado al tipo de cubierta más similar, utilizando como algoritmo de clasificación la Máxima Probabilidad Gaussiana (Máxima verosimilitud). La clasificación supervisada de uso de suelo y vegetación, se esta verificando en campo, para su posterior validación.

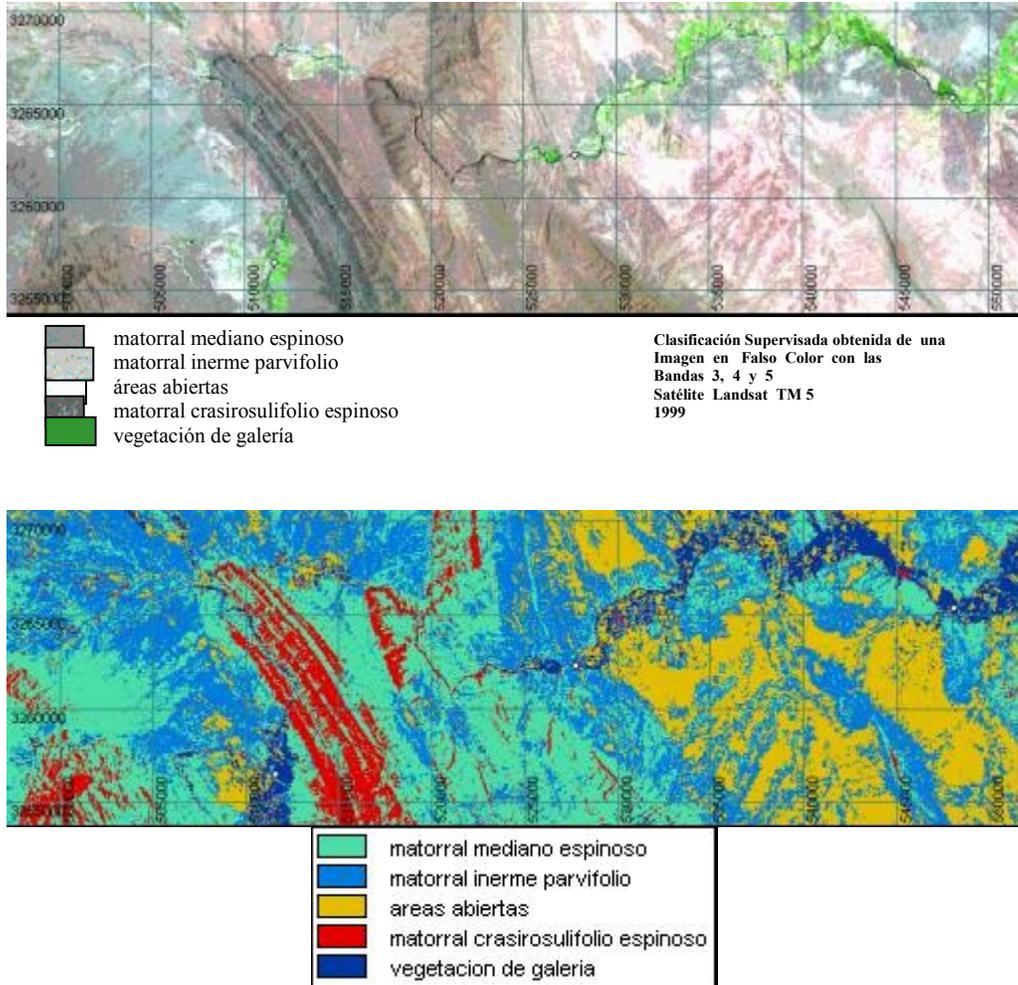


Figura 4. Clasificación supervisada de los tipos vegetativos de la Cuenca río Conchos - Ojinaga

Referencias

- Barret, H.**, J. Cagney, R. Clark, J. Fogg, K. Gebhart, P. L. Hansen, B. Mitchell, D. Prichard, and D. Tippy. 1993. Administración de Areas Ribereñas: Proceso para Evaluar la Condición de Funcionamiento Adecuado. RT 1737-9. Bureau of Land Management, BLM/RS/ST-97/003+1737, Centro de Servicio, CO. 60 pp.
- Bridges, C.**, W. Hagenbuck, R. Krapf, S. Leonard, and D. Prichard. 1994. Administración de Areas Ribereñas: Proceso para Evaluar la Condición de Funcionamiento Adecuado de las Areas Lénticas Ribereñas y Pantanosas. RT 1737-11. Bureau of Land Management, BLM/RS/ST-97/004+1737, Centro de Servicio, CO. 46 pp.
- Campbell J. B.** (1987): Introduction to Remote Sensing. The Guilford Press, London.
- CONABIO** (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. Regiones Hidrológicas Prioritarias. [http:// www. conabio. gob. mx/rphidrologicas. html](http://www.conabio.gob.mx/rphidrologicas.html)
- Eastman, J. R.** 1999. Idrisi 32 Guide to GIS and Image Processing Volume 1. Clark Labs Clark University. Worcester, Massachusetts, USA. 193 pp.
- Eastman, J. R.** 1999b. Idrisi 32 Guide to GIS and Image Processing Volume 2. Clark Labs Clark University. Worcester, Massachusetts, USA. 169 pp.
- INEGI** (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999. Estudio Hidrológico del Estado de Chihuahua. Aguascalientes, Ags. 244 pp.
- Gauch, Jr. H.** 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press. London. 298 pp.