

M6-1

### MODELAJE DE LA DISTRIBUCION DE COBERTURAS DEL SUELO USANDO ARBOLES DE REGRESION Y CLASIFICACION (CART)

Flores Garnica J. German

Fideicomiso para la Administración del Programa de Desarrollo Forestal del Estado de Jalisco

Correo Electrónico: inventario2@prodefo.org.mx

El contar con información ambiental es esencial para la planeación del manejo de los recursos naturales. En este trabajo se ilustra un programa de inventario y monitoreo para el manejo sustentable de los recursos naturales del estado de Jalisco. El primer paso fue establecer un sistema de clasificación que, a la vez que sea compatible, contemple todos los tipos de vegetación presentes en Jalisco. Este sistema se desarrolló en base al sistema de clasificación de la Serie II de INEGI, al cual se le hicieron las siguientes modificaciones: a) Incorporación de nuevas clases referentes a usos del suelo; b) Se establecen hasta 6 niveles jerárquicos de clasificación; c) Se eliminan algunas clases que no se presentan en Jalisco; d) Se incluyen nuevos tipos de vegetación; y e) Se reducen algunas clases jerárquicas. Con esta clasificación se ubicaron un total de 13,424 sitios de referencia para la clasificación espectral (SIRCEs). Cada SIRCE fue caracterizado en base a: 1) tipo de vegetación; 2) topografía (pendiente, exposición, altitud, forma del terreno); 3) Valores espectrales (uno por cada banda [8] de una imagen Landsat 7 TM); y 4) clima (temperatura, lluvia, evaporación). Tomando como variable dependiente a la clase de cobertura de suelo, se procedió a realizar una clasificación de cada uno de los píxeles que definen el estado de Jalisco (a una resolución de 30 x 30 m). Este proceso se llevó a cabo a través de la técnica de árboles de clasificación y regresión (CART, por sus siglas en inglés). El uso de esta técnica constituye una aproximación radicalmente distinta a las estrategias usadas hasta la fecha en el inventario de recursos naturales a nivel estatal. todas las estudiadas hasta el momento. Es uno de los métodos de aprendizaje inductivo supervisado no paramétrico más utilizado. La generación de los modelos de clasificación se hizo a través de S-PLUS®, mientras que la clasificación de cada uno de los píxeles y la visualización (mapa) se hizo a través un programa desarrollado en este proyecto, denominado "Alebrije". Cualitativamente, los resultados muestran una buena distribución espacial de los diferentes tipos de cobertura del suelo. Sin embargo, los límites de las clases no son totalmente confiables. Esto se debe a que se requiere ubicar un mayor número de SIRCES considerando: 1) Captar la variabilidad espectral de cada clase al distribuir la muestra a lo largo del estado; 2) Aumentar la muestra en aquellas clases con pocos SIRCEs; y 3) Ubicar SIRCEs en clases no consideradas previamente. Los resultados que se presentan en este trabajo son preliminares, sin embargo permiten apreciar la secuencia metodológica seguida. Finalmente, se remarca que no existen trabajos similares al presente, principalmente por la superficie y la técnicas empleadas.

M6-2

### VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA PANTANOS DE CENTLA, TABASCO (1990-2000)

Guerra Martínez Verónica, Ochoa Gaona Susana, Rodríguez

Jiménez Concepción, Ayala Pérez Luis Amado, Sevilla

Hernández María Luisa y Vargas Mendoza Fabián

Instituto Politécnico Nacional

Correo Electrónico: vguerra@conafor.gob.mx

Se evaluó e identificó la variación espacial de los tipos de vegetación y usos del suelo existentes en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco durante 1990 y 2000. Con el objeto de caracterizar el ambiente que puede influir en la vegetación, se generaron bases geográficas digitales referentes a geología, edafología, hidrología, temperaturas mínimas, temperaturas máximas, precipitación, vías de comunicación y localidades. La información fue almacenada en un sistema de información geográfica. La Reserva presenta temperaturas máximas de 34°C en mayo-octubre y de 37°C en noviembre-abril. La temperatura mínima es de 21°C en ambas temporadas. La precipitación oscila de 1100-1540 mm en mayo-octubre y de 450-680 mm en noviembre-abril. Se clasificaron las escenas 2247, 2147 y 2148 del satélite Landsat TM y ETM utilizando el método de clasificación mixto propuesto por Chuvieco (1995); tomando como base puntos de verificación obtenidos en campo se generaron mapas de vegetación y uso del suelo para 1990 y 2000. Los mapas generados fueron sobrepuestos para obtener un mapa de cambios y una matriz de variación. Los resultados indican que las selvas fueron las más afectadas disminuyendo considerablemente su superficie (78 347 ha) mientras que se presentó un incremento en pastizales (53 259 ha), cuerpos de agua (11 958 ha) y las comunidades de hidrófitas (12 773 ha). Las tasas de deforestación anual se estimaron en -6.06% (selva de púcté), -34.96% (selva de tinto), 1.15% (manglar), 0.72% (comunidades de hidrófitas) y 27.82%(pastizal). La zona de amortiguamiento es el área de la Reserva que resultó más afectada en el tiempo considerado. Las comunidades de hidrófitas y la selva de tinto presentaron menos cambio en su superficie. Los cambios encontrados se relacionaron con la presencia de vías de comunicación, localidades y canales, siendo éstos últimos los que más afectaron. Los resultados muestran que las comunidades de hidrófitas, pastizales y cuerpos de agua incrementaron en todas las unidades de suelo y geología. Las selvas disminuyeron considerablemente en todas las unidades geológicas, en algunas unidades edafológicas (gleysol, regosol) y desaparecieron en otras (solonchak, feozem). Los cambios encontrados pueden atribuirse a diversas causas como: los incendios registrados cada año y en particular los de 1998, la sobreexplotación de recursos, expansión ganadera, tala para extracción de madera, quema intencional para captura de especies, alteraciones hídricas en el sistema debidas a la apertura de vías de comunicación, actividades petroleras y contaminación entre otras.

M6-3

### EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DEGRADACIÓN DEL SUELO MEDIANTE MODELOS CON VARIABLES EDÁFICAS, CLIMÁTICAS Y TOPOGRÁFICAS EN EL VALLE DE ZAPOTITLÁN SALINAS, PUEBLA

Hernández Moreno Mayra Mónica  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM  
Correo Electrónico: edafizta@servidor.unam.mx

La degradación del suelo implica procesos físicos, químicos y biológicos que disminuyen su utilidad. Las consecuencias ambientales son erosión acelerada, pérdida de vegetación, deterioro de calidad del agua, salinización de suelos, inundaciones. Este problema lleva a condiciones semejantes al desierto (AG/UNEP, 1987) y repercute en el bienestar del hombre al disminuir la calidad del medio donde vive. El paisaje es considerado como un "complejo de sistemas relacionados, que conjuntamente forman una parte reconocible de la superficie terrestre y que es formado y mantenido por la acción mutua de fuerzas bióticas y abióticas así como por las acciones humanas" (Zonneveld, 1995 citado por Siebe y Vázquez, 2003). Por ello es considerado como una porción de la superficie terrestre con similares características climáticas, litológicas, morfológicas, hidrológicas, edáficas, bióticas, e incluso sociales; elementos que pueden ser afectados por los procesos de degradación y que pueden ser evaluados bajo la perspectiva de los paisajes, entidades espacialmente representadas. Una forma de entender la interacción espacial entre los elementos del paisaje es mediante el empleo de métodos multivariados, cuya finalidad es "encontrar una manera simplificada de representar el universo de estudio" (Pla, 1986). Se pretende evaluar el proceso de degradación del suelo de la subcuenca de Zapotitlán Salinas mediante el entendimiento de la interacción entre los tres grupos de variables edáficas, climáticas y topográficas asociadas a unidades espaciales homogéneas (paisaje). Para ello se elaboró el mapa de paisajes (Velázquez et al., 2003), representados por 95 puntos de muestreo morfoedafológico. Se obtuvieron 6 unidades de paisaje. Se emplearon 15 variables edáficas. La caracterización climática se realizó analizando datos de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas, generándose superficies climáticas de valores promedios mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima, así como 19 parámetros bioclimáticos. Con el MDE se calcularon pendiente y exposición como variables topográficas. Se generó una base de datos para los 95 puntos con los datos generados a la cual se le aplicó un análisis de agrupación para agrupar a los perfiles edáficos con propiedades similares, para posteriormente asociar tales grupos con las unidades de paisaje y analizarlos de acuerdo a los elementos ambientales que las conforman. A los grupos se les aplicó un PCA por matriz de correlación, con la finalidad de conocer las variables que explican la mayor variación de cada grupo. Se obtuvieron 9 grupos de suelo. Se encontró homogeneidad en los grupos de perfiles formados, aunque hubo una mayor afinidad entre los grupos 1 y 2. Conforme se avanzó en los grupos, se perdió la afinidad y se distribuyeron en unidades paisajísticas muy diferentes. Hay una dilución de la carga de cada variable conforme se consideran más componentes, esto quiere decir que los grupos sí son diferentes. La capacidad de intercambio catiónico del suelo no presenta correlación con las otras variables, ya que aparece en factores avanzados con carga alta; esto se relaciona con el hecho de que es una propiedad de mucha identidad con el tipo de suelo, es decir, su valor está muy particularizado en función del tipo de suelo.

M6-4

### MONITOREO DE LA SALINIDAD Y EL RENDIMIENTO EN EL DISTRITO DE RIEGO 076 VALLE DEL CARRIZO, SINALOA, MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE

Pulido Madrigal Leonardo  
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua  
Correo Electrónico: lpulido@tlaloc.imta.mx

Con el propósito de actualizar los mapas de salinidad y de rendimiento de trigo del distrito de riego 076 obtenidos a través de imágenes de satélite en 1994, se adquirió una imagen de satélite landsat en el año 2000 del área que cubre al Valle del Carrizo. Para generar dichos mapas se probaron diferentes modelos desarrollados con anterioridad en los distritos de riego Valle del Carrizo, Río Yaqui, Río Mayo y Río Fuerte. Estos modelos se generaron a partir de observaciones de salinidad y rendimiento realizadas en parcelas de observación, y de valores espectrales extraídos en las bandas del verde, rojo e infrarrojo cercano de imágenes de satélite multiespectrales. Se digitalizó el mosaico de cultivo de trigo y maíz del ciclo de cultivo otoño-invierno 1999-2000 sobre la imagen landsat del año 2000 para clasificar cada cultivo, y de los modelos probados se seleccionaron aquellos que produjeron clasificaciones más coherentes en comparación con los resultados logrados en 1994. De esta manera se generaron mapas de salinidad de las áreas de trigo y maíz, cuya superficie estimada de cultivo en conjunto fue de 30,279 ha, de las cuales se estimó que el 58.6% presenta problemas de salinidad. La superficie afectada resultó mayor que en el año de 1994 en el que se estimó un 35.7% de afectación por salinidad. El área de trigo se clasificó y se estimó un rendimiento medio de 5.0 ton/ha; se cuantificó una producción total de trigo de 73,865 toneladas.

M6-5

### CLASIFICACION DE COBERTURAS AGRICOLAS DEL MUNICIPIO DE TECOMÁN A TRAVES DE SENSORES REMOTOS

Ayala Julian Jose Luis<sup>1</sup> y Flores Garnica J. German<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Universidad de Colima

Correo Electrónico: german@cirpac.inifap.conacyt.mx

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

El municipio de Tecomán es una planicie costera, la zona agrícola más importante del estado de Colima y representa el 12% de su superficie total. Entre sus siembras principales destacan la palma de coco, el plátano, el limón y algunas hortalizas. Por ende, es importante saber qué, dónde, cuánto y cómo se tienen éstas. El objetivo de este trabajo es conocer el estado de las diferentes coberturas agrícolas que se encuentran en el municipio de Tecomán, es decir, un Inventario Agrícola, además de contar con una cuantificación de las superficies cultivadas por cada categoría. Se propone usar una metodología basada en técnicas de percepción remota, la cual se ha aplicado por el Servicio de Estadística Agrícola de los Estados Unidos durante el periodo 1977-1988 en ocho Estados, con resultados satisfactorios en lo que respecta a precisión y costes. Similares experiencias se han desarrollado en Canadá, Australia, Francia, Italia, etc., y en todas ellas parece confirmarse la validez e idoneidad de ésta. Dicha metodología utiliza la clasificación digital de imágenes de satélite del sensor Landsat 7 ETM+, que se define como el proceso de extracción de información en imágenes

para conocer patrones homogéneos, como fruto de ésta se obtiene una cartografía e inventario de los diferentes tipos de coberturas del suelo. A su vez, esta clasificación emplea el método supervisado y el algoritmo de asignación de píxeles de máxima verosimilitud. La selección de sitios de control se hizo bajo el concepto de "Sitios de Referencia para la Clasificación espectral" (SIRCEs). En base a los cuales se caracteriza en campo cada uno de los puntos de control en referencia a su pendiente, cobertura de suelo, exposición, etc. Una vez hecha la clasificación supervisada, se procedió a la vectorización de la imagen clasificada. Posteriormente se cuantificaron de superficies por cada cultivo. El resultado final, fue un mapa de la zona agrícola del Municipio de Tecomán, clasificada de acuerdo a los cultivos presentes para la fecha de adquisición de la imagen de satélite.

M6-6

### ANÁLISIS COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE INTERPOLACION EN LA VARIACION ESPACIAL DE FACTORES METEOROLOGICOS EN UNA CUENCA HIDROGRAFICA

Solis Villagran Zeferino<sup>1</sup> y Flores Garnica J. German<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Colima

Correo Electrónico: german@cirpac.inifap.conacyt.mx

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

En un estudio hidrológico es importante estimar, lo mas preciso posible, la distribución de la información meteorológica que ocurre en una cuenca hidrológica. Por lo que en este trabajo se comparan diferentes métodos de interpolación para definir la variabilidad espacial de lluvia, temperatura y evaporación en una cuenca hidrográfica de Colima. El primer paso fue seleccionar la información que se utilizó en el proceso, es decir, primero se analizó que fuente de información; las dos fuentes de datos que se compararon fueron ERIC2 (del Servicio Meteorológico Nacional [SMN]) y los datos monitoreados de la Comisión Nacional del Agua [CNA]). Finalmente se trabajo con los datos de ERIC2 por ser mas completos con respecto a los datos de CNA. El siguiente paso fue seleccionar las estaciones que se encontraban en la zona de influencia de la cuenca hidrográfica, se utilizaron 22 estaciones meteorológicas con influencia en la zona de estudio. Los métodos de interpolación que se compararon fueron: a) Spline; b) Distancia inversa ponderada; y c) Kriging ordinario (KO). Para efectos de comparación, se hizo una serie de validaciones cruzadas. Donde se extrajo cada una de las estaciones y se procedió a la interpolación con el resto de las estaciones. De esta forma se tuvo, para el mismo punto, valores observados y valores estimados, correspondientes a cada técnica de interpolación. El criterio de comparación fue el cuadrado medio del error. Los valores estimados que dieron como resultado el cuadrado medio de error más bajo fueron los datos procesados con la técnica KO. No obstante, no se puede afirmar que este método sea más recomendable de usar, ya que este resultado pudo deberse a la distribución particular de las estaciones meteorológicas. Por lo que, finalmente, se sugiere que siempre se comparen diferentes métodos y técnicas de interpolación para tener datos más confiables.

M6-7

### SISTEMA DE DETECCIÓN REMOTA DE FUGAS EN DUCTOS DE GAS Y PETRÓLEO

Sadovnychiy Sergiy, Valadez Pérez Juan Carlos y Bulgakov Igor

Instituto Mexicano del Petróleo

Correo Electrónico: ssadovny@imp.mx

El sistema discutido contiene los siguientes módulos: una cámara infrarroja; un espectrómetro; una cámara de video; un GPS y un modulo de almacenamiento de datos. El principio de detección de fugas está basando en la análisis de anomalías térmicas, espectro de gas etano o metano, imágenes de superficie en banda de video y determinación de coordenadas. El procesamiento conjunto de los datos mencionados permite detectar y localizar fugas en ductos.

El equipo principal del sistema es una cámara infrarroja. La cámara detecta las anomalías térmicas causados por fugas de gas y petróleo. Tres efectos físicos son los causantes de dichas anomalías. El primer efecto es de disminución de temperatura del flujo de alta velocidad. El ducto tiene una alta presión hasta de 40 bar. Cuando el ducto tiene una pequeña fisura, el gas sale con velocidad supersónica y cambia bruscamente su temperatura. En este caso, después de algún tiempo, la temperatura alrededor del lugar de fuga (sobre la superficie del suelo) aparece con una temperatura diferente. De otro lado, el líquido que sale de una grieta a presión (en casos de ductos del petróleo), también tiene alta velocidad y convierte una de su parte a fase gaseosa. Al fin, el efecto es igual que como si fuese una fuga de gas.

El segundo efecto es el factor de transmisión. El aire y componentes del gas natural o petróleo (metano o etano) tienen diferentes factores de transmisión (1.0 y 0.95 respectivamente). La cámara infrarroja puede producir imágenes en dos bandas: una en la banda de absorción del etano y la otra donde el etano es casi transparente. En el caso de la fuga, la imagen parece como una anomalía térmica hacia el suelo. Este efecto por si solo puede causar una diferencia de temperatura de hasta 0.4°K.

El tercer efecto se basa en el fenómeno del contraste térmico de las manchas sobre la superficie debido al petróleo que fuga del ducto. La temperatura superficial de la masa de petróleo es determinada por condiciones de intercambio de calor con el medio ambiente. El cambio de temperatura es influenciado por tales parámetros como el viento, radiación solar, intensidad de vaporización y parámetros geométricos de la mancha de petróleo. Una diferencia de temperaturas entre la capa de petróleo y la superficie del agua durante las horas de luz de día puede ser entre 3- 15°K. La razón del contraste de temperaturas es que la capa de petróleo se calienta por la radiación solar mucho más que el agua, pero éste se evapora menos.

Las anomalías térmicas detectadas no son siempre asociadas con una fuga, porque éstas pueden ser maquilladas a través de anomalías térmicas de la atmósfera. Y esto puede ser causa de una falsa alarma. Así que para decrecer el tiempo de detección e incrementar la confiabilidad de la inspección en la banda del equipo infrarrojo a bordo, es necesario respaldar la información con dispositivos en la banda de video y espectrómetros. Este equipo adicional ayuda al operador en la detección de fallas.

M6-8

**VARIACIÓN DE UNIDADES DE PAISAJE DE ZAPOTITLÁN  
SALINAS BASADOS EN PROPIEDADES  
EDÁFICAS, VARIABLES CLIMÁTICAS Y DE RELIEVE  
RELACIONADAS CON LA DEGRADACIÓN DE SUELOS**

Hernández Moreno Mayra Mónica, Téllez Valdez Oswaldo,  
Muñoz Iniestra Daniel, López Galindo Francisco, Soler Aburto  
Alfonso y Durán Díaz Angel  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM  
Correo Electrónico: edafizta@servidor.unam.mx

La degradación del suelo implica procesos físicos, químicos y biológicos que disminuyen su utilidad. Las consecuencias ambientales son erosión acelerada, pérdida de vegetación, deterioro de calidad del agua, salinización de suelos, inundaciones. Este problema lleva a condiciones semejantes al desierto (AG/UNEP, 1987) y repercute en el bienestar del hombre al disminuir la calidad del medio donde vive. El paisaje es considerado como un “complejo de sistemas relacionados, que conjuntamente forman una parte reconocible de la superficie terrestre y que es formado y mantenido por la acción mutua de fuerzas bióticas y abióticas así como por las acciones humanas” (Zonneveld, 1995 citado por Siebe y Vázquez, 2003). Por ello es considerado como una porción de la superficie terrestre con similares características climáticas, litológicas, morfológicas, hidrológicas, edáficas, bióticas, e incluso sociales; elementos que pueden ser afectados por los procesos de degradación y que pueden ser evaluados bajo la perspectiva de los paisajes, entidades espacialmente representadas. Una forma de entender la interacción espacial entre los elementos del paisaje es mediante el empleo de métodos multivariados, cuya finalidad es “encontrar una manera simplificada de representar el universo de estudio” (Pla, 1986). Se pretende conocer la variación de unidades de paisaje de Zapotitlán Salinas, basados en propiedades edáficas, variables climáticas y de relieve relacionadas con la degradación de suelos. Para ello se elaboró el mapa de paisajes (Velázquez et al., 2003), representados por 95 puntos de muestreo morfoedafológico. Se obtuvieron 6 unidades de paisaje. Se emplearon 18 variables edáficas. La caracterización climática se realizó analizando datos de precipitación y temperatura de estaciones meteorológicas, generándose superficies climáticas de valores promedios mensuales de precipitación, temperatura máxima y mínima, así como 19 parámetros bioclimáticos. Con el MDE se calculó la pendiente como variable topográfica. Se construyó una base de datos para los 95 puntos con los datos generados y en la que se indicaba a qué paisaje pertenecía cada punto de muestreo. Se realizó un análisis discriminante en el que se encontró que la primer función discriminante es significativa ( $p=0.000008$ ) y que solamente el paisaje 1 no es diferente al 6; esto puede deberse a que la densidad de muestreo es menor en estos dos paisajes. El resto de los paisajes son diferentes con niveles de significancia muy por debajo de 0.05, siendo la pendiente, la precipitación de junio, contenido de arcilla, propiedades hidráulicas del suelo y el pH las variables que contribuyen más en la diferenciación de los paisajes. Asimismo se aplicó un análisis de correlación canónica encontrándose una correlación positiva significativa ( $R=0.69052$  con  $p=0.00659$ ) entre las variables climáticas y la pendiente con las propiedades edáficas, siendo las más correlacionadas la precipitación anual, precipitación de los tres meses más húmedos, contenidos de limo y propiedades hidráulicas del suelo. Se puede observar que las variables discriminantes obtenidas y aquellas de mayor significancia en la correlación están muy asociadas a procesos de degradación de suelo

por tratarse esencialmente de propiedades texturales y de conducción hidráulica, asociadas estas a los fenómenos de precipitación y pendiente del terreno.

M6-9

**LOS SIG'S COMO HERRAMIENTA PARA LA ELABORACIÓN  
DE PROGRAMAS DE MANEJO PARA AREAS NATURALES  
PROTEGIDAS EN EL ESTADO DE NUEVO LEON, MEXICO**

Lozano García Fabián, Hori Ochoa María del Consuelo y Vela  
Coiffier Martha Patricia  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
Correo Electrónico: dflozano@itesm.mx

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen porciones del planeta, terrestres o acuáticas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el ser humano y que están sujetas a regímenes especiales de protección. El propósito de las ANP es el mantener la estructura y los procesos ecológicos, así como de salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres, particularmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

Todas las ANP en México deben contar con un Programa de Manejo que permita tanto su conservación como la promoción de acciones que permitan el desarrollo sustentable de las actividades que se llevan a cabo dentro de éstas zonas.

En 1991, el “Cerro de la Silla”, símbolo de la ciudad de Monterrey, fue declarado como ANP en la categoría de Monumento Natural, a nivel federal. Durante el año 2000, en el Estado de Nuevo León se declararon 23 Áreas Naturales Protegidas, entre las que se encuentran la Sierra “Cerro de la Silla” y la Sierra “Cerro del Fraile y San Miguel”. Para la elaboración del Programa de Manejo correspondiente se incorporaron las capas de información que describen los aspectos sociales, físicos y biológicos de cada área de estudio a un Sistema de Información Geográfico (SIG), identificándose las principales zonas o recursos naturales que deben quedar sujetos a conservación.

Del análisis cartográfico resultante se determinaron las zonas núcleo y las zonas de amortiguamiento para cada ANP, las cuales indican tanto el nivel de protección como las actividades permitidas dentro de dichas ANP.

M6-10 CARTEL

**USO DE TECNOLOGIA GEOESPACIAL PARA EL ANALISIS  
DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS EN CHIHUAHUA,  
MEXICO**

Carreón Hernández Enrique, Pinedo Alvarez Carmelo y Lafon  
Terrazas Alberto  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Correo Electrónico: ecarreonhdz@yahoo.com.mx

En el estado de Chihuahua existen Areas Naturales Protegidas (ANP) con decretos que datan de los años 20's y 30's, siendo estas Zonas Protectoras Forestales (ZPF), Reservas Forestales Nacionales (RFN) y Zonas de Refugio de Fauna Silvestre (ZRFN), entre otras. De las cuales, varias de ellas carecen de datos con lo que respecta al grado de biodiversidad existente, aunando a ello una falta de definición espacial que permita una demarcación apropiada. Por lo anterior, se planteó el objetivo de caracterizar espacialmente dichas

áreas, para contar con información base, analizar la estructura de las mismas por medio de técnicas de clasificación multiespectral para conocer la condición actual de los tipos de cubierta existentes en ellas, con el fin de establecer un sistema de monitoreo para evaluar el impacto sobre la biodiversidad. Las áreas se delimitaron utilizando cartas topográficas escala 1:50,000, así como Modelos Digitales de Elevación (MDE) escala 1:250,000 y cartas temáticas para caracterizar los recursos abióticos, en donde se plasmaron los polígonos limitrofes. Se utilizaron escenas de Landsat TM5 y ETM7 para el análisis de los recursos bióticos, tales como agua y vegetación, con las cuales se hicieron clasificaciones de uso de suelo con el método no supervisado y supervisado para identificar y diferenciar los diversos tipos de cubierta vegetal y otros patrones del paisaje. La información fue procesada en IDRISI 32, generándose los mapas respectivos en ArcView 3.2. Se obtuvieron los polígonos preliminares con los cuales se estimaron las superficies de las áreas, así como las clases y/o tipos de cubierta actualmente existentes. A partir de estas se obtuvieron 24 clases por el método no supervisado y 14 por el supervisado. Los resultados permiten sentar bases para realizar una comparación del nivel de clasificación de los tipos de cubierta obtenidos en este estudio versus los tipos de cubierta obtenidos por el inventario nacional foresta (IFN). Con la información obtenida se pueden determinar áreas de buena condición, en las cuales pudieran enfocarse esfuerzos de conservación, tendientes a la recategorización de las mismas dentro de la legislación ambiental vigente. Se concluye que esta tecnología permite caracterizar, monitorear, y evaluar diferentes atributos de dichas áreas.

M6-11 CARTEL

**USO DE TECNOLOGIA GEOESPACIAL PARA DETERMINAR USO DE SUELO Y VEGETACION EN RANCHOS GANADEROS EN EL NOROESTE DE CHIHUAHUA, MEXICO**

Carreón Hernández Enrique, Favela Tapia Erika, Sáenz Aragón Jesús y Mendoza Fernández Jesús Ricardo  
 Universidad Autonoma de Chihuahua  
 Correo Electrónico: ecarreonhdz@yahoo.com.mx

Los ranchos ganaderos localizados en el noroeste del estado de Chihuahua cuentan con ecosistemas naturales que, además del pastoreo, prestan un sin fin de servicios tales como producción de madera, leña, forraje, productos no maderables y recursos genéticos; los cuales contribuyen a mantener la funcionalidad a nivel cuenca, así como de biodiversidad. Sin embargo, poco se conoce en lo que se refiere a su extensión y condición actual, por tal motivo los sensores remotos son una herramienta practica para la aplicación de medidas multitemporales y multiespaciales para un mejor conocimiento de los recursos, así como disponer de información actualizada. Sobre esta base, se han utilizado imágenes de satélite para interpretar diferentes características y estructuras de la vegetación, permitiendo aplicar esta metodología de una forma más rápida y precisa para evaluar la condición que guardan los recursos. El objetivo fue clasificar el uso de suelo y vegetación del rancho Teseachi a través de imágenes de satélite y Sistemas de Información Geográfica, para ello se utilizó una imagen Landsat TM 5, Modelos Digitales de Elevación, cartas topográficas y digitalización de planos derivados. Procesándose en IDRISI 32, AutoCAD y ArcView 3.2. Se clasificaron ocho clases de vegetación y uso del suelo, siendo estas Bosque de Encino-Táscate, Bosque de Encino, Bosque de Encino-Pino, Pastizal Mediano Abierto, Bosque de Encino con Pastizal Amacollado, Bosque de Pino-Encino, Vegetación Arbustiva y Areas Agrícolas, con un precisión total de 82.26%. Asimismo, se generaron mapas derivados.

M6-12 CARTEL

**UTILIZACION DE IMÁGENES DE SATELITE IKONOS PARA LA IDENTIFICACION DE ESPECIES ARBOREAS MADERABLES EN LA REGIÓN SERRANA DEL ESTADO DE CHIHUAHUA**

Puga Terrazas Soraya, Sosa Cerecedo Manuel, Pinedo Álvarez Carmelo y Quintana Martínez Rey Manuel  
 Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua  
 Correo Electrónico: spuga2002@yahoo.com

El uso de los recursos naturales bajo un sistema de desarrollo sustentable, constituye una prioridad a nivel nacional. En el estado de Chihuahua, la actividad forestal constituye una de las actividades económicas de mayor importancia, sin embargo, la tecnología utilizada para su manejo no ha evolucionado como debiera y solo en forma incipiente promovida por la Universidad Autónoma de Chihuahua, se ha iniciado el proceso del uso de los sistemas de información geográfica, incluidas las imágenes de satélite, generalmente del tipo Landsat, las cuales han venido a cambiar los esquemas de tecnología utilizada en los aprovechamientos forestales, aunque sólo en una mínima parte del personal involucrado en el sector forestal. El uso de imágenes de alta resolución como son las IKONOS, generalmente usadas en estudios urbanos, para estudiar los recursos naturales, se convertirá en un futuro cercano en una poderosa herramienta para manejar dichos recursos. El objetivo del presente trabajo fue la identificación de 4 especies arbóreas dominantes en la región de la Alta Babícora, determinar la superficie que ocupan, así como el resto de los componentes de ese ecosistema. Materiales y Métodos: La región tiene una vegetación de pastizal arborescente, topografía de plana a quebrada, con clima semi - frío subhúmedo. Se utilizó una imagen IKONOS con una resolución de 4 x 4 m de fecha 6 de junio del 2001, con una superficie de 17,059.63 ha. El procesamiento de la imagen se realizó usando el programa Idrisi 32. Se realizaron las correcciones atmosféricas y geométricas, se corrieron las estadísticas geomáticas espaciales y se realizó una clasificación supervisada. Tomando como base los datos de cobertura aérea por especie, se seleccionaron las 4 especies arbóreas con mayor presencia, 60 muestras fueron ubicadas con GPS, utilizando una computadora portátil en campo con la imagen de satélite. Resultados y Discusión: Las especies seleccionadas basadas en cobertura aérea promedio por sitio fueron: Pinus engelmannii con 21%, Pinus cembroides con 26%, Juniperus deppeana 19% y Quercus sp con 65%. La corrección geométrica dio un RMSError de 1.67 pixeles. La matriz de correlación dió valores muy altos ( mayores de .95) entre las bandas 1, 2, 3 y bajos entre las bandas visibles y la infrarroja (banda 4). En base a estos datos se seleccionaron las bandas 1, 4, 2, que corresponden a los canales rojo, verde y azul. El análisis de componentes principales para las 4 bandas presentó la mayor variabilidad en el componente 1 con un 82.20%. En la clasificación supervisada por especie, se utilizó un cluster con 9 clases donde fue posible determinar la presencia de las especies mencionadas y otros componentes del ecosistema, así como la superficie que cubren, resultando la especie Juniperus deppeana con mayor presencia cubriendo 2732.71 ha. En el diagrama de firmas espectrales destaca el Pinus engelmannii que alcanza en la banda 4 valores de reflectancia cercanos a 200. Conclusión: las imágenes de satélite IKONOS son una alternativa importante en el inventario de especies arbóreas especialmente en áreas forestales. Se requiere profundizar más en este tipo de investigaciones.

M6-13 CARTEL

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA COMO HERRAMIENTA DE MANEJO DE ÁREAS ARBOLADAS E INFRAESTRUCTURA FÍSICA DEL CAMPUS MONTERREY DEL ITESM**

Vela Coiffier Martha Patricia, Lozano García Fabián, Aguilar Charles Miguel y Aguirre Zamarripa Erika  
 Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey  
 Correo Electrónico: pvela@itesm.mx

Consciente de la importancia que tiene el medio ambiente para el desarrollo integral de la Institución, de la Comunidad y del País, el Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey cuenta con una Política Ambiental Institucional que establece el compromiso de respetar a la naturaleza en todo lo que hacemos. Dentro de este contexto se creó el Programa Campus Sostenible, que busca impulsar la transición de la comunidad del Tecnológico de Monterrey hacia el Desarrollo Sostenible.

Con el objetivo de Evaluar los programas y tecnologías ambientales de la institución de manera continua y monitorear el progreso alcanzado, así como el de lograr una operación sostenible del Campus e incorporar aspectos de sostenibilidad en su manejo se desarrolló un Sistema de Información Geográfica que incluye tanto la planta física del Instituto así como el inventario de los árboles del mismo. Este objetivo busca asegurar que el funcionamiento y el mantenimiento de sus sistemas físico y biológico se cumpla de tal manera que ejemplifique las mejores prácticas administrativas de eco-eficiencia en las áreas de: energía, agua, materiales, salud y seguridad, paisaje, construcción, transporte y estética.

El área considerada del campus cubre una superficie de 262,310 m<sup>2</sup>, dentro de la cual existen 39 edificios que cubren una superficie construida de 69,209.5 m<sup>2</sup>, y un total de 947 árboles, de los cuales 625 (66%) son especies introducidas y 322 (34%) son especies nativas. La base de datos del Arboetum incluye datos de la especie (altura, DAP, etc), su localización dentro del Campus, lugar de origen así como su condición sanitaria, lo que nos permitirá llevar un mejor manejo y control sanitario de la especie, la planificación del reemplazo de especies introducidas por especies nativas y en el futuro obtener el papel que juega la presencia de estas especies en la captura de CO<sub>2</sub> y la regulación del microclima en el Campus.

M6-14 CARTEL

**ANÁLISIS DE IMPACTOS POR INCENDIOS FORESTALES A TRAVÉS DE IMÁGENES LANDSAT-TM Y MODELOS DIGITALES DE ELEVACION**

Pinedo Alvarez Carmelo, Sosa Cerecedo Manuel, Viramontes Olivas Oscar y Balderrama Castañeda Salvador  
 Depto. de Manejo de Recursos Naturales, Facultad de Zootecnia,  
 Universidad Autónoma de Chihuahua  
 Correo Electrónico: cpinedo@uach.mx

En los últimos años, el número de incendios forestales en los bosques de Chihuahua, México se han incrementado. La incidencia de este factor es el resultado simultáneo de al menos tres factores; el largo período de sequía prevaleciente, aprovechamientos no controlados de madera y un creciente turismo. Debido a lo anterior, el Departamento de Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Autónoma de Chihuahua a través de su línea de investigación en

monitoreo y evaluación de recursos naturales, ha iniciado estudios para evaluar el uso de Modelos Digitales de Elevación (MDE) e imágenes Landsat TM, como fuentes de datos importantes para la evaluación de impactos económicos y ecológicos en áreas forestales afectadas por incendios. El presente trabajo reporta los resultados derivados de tres objetivos básicos; 1) analizar el comportamiento espectral de las áreas forestales expuestas al fuego a través de Landsat TM, 2) generar modelos de predicción para estimar pérdidas de producción de madera en áreas siniestradas y, 3) analizar las variables biofísicas derivadas de Modelos Digitales de Elevación para la toma de decisiones en programas de reforestación y restauración ecológica. Se utilizaron los datos de campo de diez áreas incendiadas monitoreadas a través del Laboratorio de Sistemas de Información Espacial de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Para detectar las áreas incendiadas se examinaron diversas composiciones de bandas para seleccionar la mejor discriminadora de incendios. La ecuación de predicción se obtuvo a partir de una imagen preincendio utilizando como variables independientes las bandas 4, 5 y 7 de TM. A partir de los MDE se obtuvieron los Modelos Digitales de Pendiente (MDP) y Exposición (MDEx) para derivar las variables pendiente y exposición en 7 y 8 clases respectivamente. Los resultados mostraron que el procesamiento de datos de Landsat TM y MDE permitieron obtener información confiable respecto al tamaño de áreas incendiadas, tipo de vegetación afectada y caracterización de la pendiente y exposición del terreno para apoyar la toma de decisiones en programas de reforestación y restauración ecológica. La combinación de las bandas 3, 4 y 7 en los canales azul, verde y rojo respectivamente, permitió la mejor discriminación de áreas incendiadas. Esta imagen compuesta puede ser la base para estimar el tamaño del incendio y el tipo de estructura forestal afectada. La producción de madera mostró una relación alta con la banda 7, por lo que su capacidad de predicción se manifestó en la ecuación de regresión generada con el coeficiente de correlación más alto. El MDP y MDEx mostraron su bondad para analizar rangos de pendiente y exposición en áreas siniestradas. La escala media (1:250,000) representada con esta fuente de datos puede considerarse adecuada para los programas de protección forestal en las quince regiones forestales del estado de Chihuahua. Sin embargo, para incrementar la precisión de traslape de los polígonos generados en la imagen y extrapolados al MDE, se recomienda utilizar MDE con escala 1:50,000.