

Reconstrucción de Escenarios Forestales a Través de Geostatística Como Soporte para la Valoración de Areas Incendiadas¹

J. Germán Flores G.,² David A. Moreno G.,² Francisco Rincón R.³

Resumen

Frecuentemente, no se tienen bases para valorar económicamente un bosque después de un incendio. Esta valoración debe contemplar: a) El valor comercial original del bosque (madera, turismo, germoplasma, etc.); b) El costo de restauración a su condición original; y c) El costo de oportunidad involucrado en la restauración. En esencia esto es factible si se conoce cual fue el escenario forestal original antes del incendio. No obstante, uno de los problemas más frecuentes en el manejo de recursos forestales es la dificultad de definir la distribución espacial de las características del bosque. Por lo que en este trabajo se describe el uso de técnicas geostatísticas en la definición de superficies continuas de algunas características de una masa forestal: área basal; número de especies; diámetro promedio; y número de árboles por hectárea, como base para la reconstrucción de escenarios forestales pre-incendio. Los datos fueron tomados en un bosque del estado de Chihuahua, México (1998). Se muestrearon 554 sitios, distribuidos al azar, dentro de un área de 1400 ha. La definición de superficies continuas fue hecha en base a kriging ordinario (KO), e base al cual fue posible modelar aceptablemente la distribución espacial de las características señaladas. De esta forma se puede estimar cual es el escenario original de cualquier área que se encuentre dentro de la zona de estudio. En caso que no se cuente con un inventario previo, se sugiere usar la presente metodología estableciendo sitios de muestreo alrededor del área quemada.

Introducción

El fuego es un elemento que forma parte del proceso evolutivo de los recursos forestales y han sido por mucho tiempo, una herramienta de trabajo muy útil de los habitantes de las zonas rurales de México, para limpiar sus áreas agrícolas y pecuarias (Rincón, 2002). No obstante, cuando éste es utilizado sin las precauciones debidas, puede salirse de control y extendiéndose en grandes superficies forestales. Como consecuencia de esto se provocan cuantiosos daños en los ecosistemas forestales y demás recursos naturales asociados. Esto repercute en la economía no solo de los poblados que directamente trabajan en la producción, sino también se afecta el mercado de los productos forestales. A pesar de la importancia de estos efectos, actualmente no se cuenta con estrategias para valorar confiablemente las pérdidas de recursos forestales ocurridas por un incendio. Por lo que se debe implementar una metodología para evaluar los destrozos que ocasionan los incendios

¹ Una versión más corta de este trabajo fue presentada en el segundo simposio internacional sobre políticas, planificación y economía de los programas de protección contra incendios forestales, 19–22 Abril, 2004.

² Investigador Forestal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Parque Los Colomos S/N, Col. Independencia. Guadalajara, Jalisco. México. 44660.

³ Ingeniero Forestal, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Colima, Colima. México.

forestales a la sociedad; para lo cual se debe considerar: : a) El valor comercial original del bosque (madera, turismo, germoplasma, etc.); b) El costo de restauración a su condición original; y c) El costo de oportunidad involucrado en la restauración. Además debería evaluarse los impactos ecológicos y sociales, ocasionados en la región, así como los daños ocasionados a la cuenca hidrológica en donde se presenten.

La evaluación de los impactos económicos de los incendios es relativamente factible si se conoce cual fue el escenario forestal original antes del incendio. No obstante, uno de los problemas mas frecuentes en el manejo de recursos forestales en México es la dificultad de definir la distribución espacial de las características del bosque. Aunque se cuenta con información de inventarios forestales, a nivel de superficies se manejan estadísticos a nivel de media y varianza (UCODEFO,1997), los cuales no reflejan la variación potencial en la distribución espacial de los parámetros forestales. No obstante es importante señalar que si se tiene un área muy homogénea, dichos estadísticos pueden ser útiles (Hunner y otros, 2000). Sin embargo, la diversidad de condiciones ambientales y de manejo han propiciado que, en la mayoría de los casos, se tengan variaciones espaciales importantes de las condiciones de las masas forestales (Hunner, 2000). Esto implica que cualquier evaluación de los impactos económico de un incendio forestal deberá considerar no solo la forma y el grado de afectación, sino también la distribución espacial de estos. Lo cual, aunado con la información de la distribución de las condiciones originales del bosque, permitirá hacer una estimación mas precisa de los daños. Por lo que en este trabajo se describe el uso de técnicas geostatísticas en la definición de superficies continuas de algunas características originales de una masa forestal, en un bosque del estado de Chihuahua, México.

Metodología

Área de estudio

Este estudio fue llevado a cabo con información de un bosque comercial de el ejido “El Largo y Anexos”. Este ejido esta localizado dentro de la región denominada Mesa del Huracán, al este del estado de Chihuahua (figura 1). Las especies de árboles predominantes en esta área son: *Pinus durangensis*, *P. arizonica*, *P. engelmannii* and *Quercus sideroxyla*. La topografía del área es montañosa, con algunos valles. La temperatura media anual esta en el rango de 8.5 a 12° C. La temperatura mínima extrema registrada es de -26°C, mientras que la máxima registrada es de 38°C. El rango de precipitación va desde los 690 hasta 1130 mm por año. La mínima elevación del área de estudio fue de 1400 m.s.n.m., mientras que la máxima elevación fue definida a los 2400 m.s.n.m. La temporada de incendios ocurre durante el verano, en la estación de sequía (de Mayo a Junio) (UCODEFO, 1997).

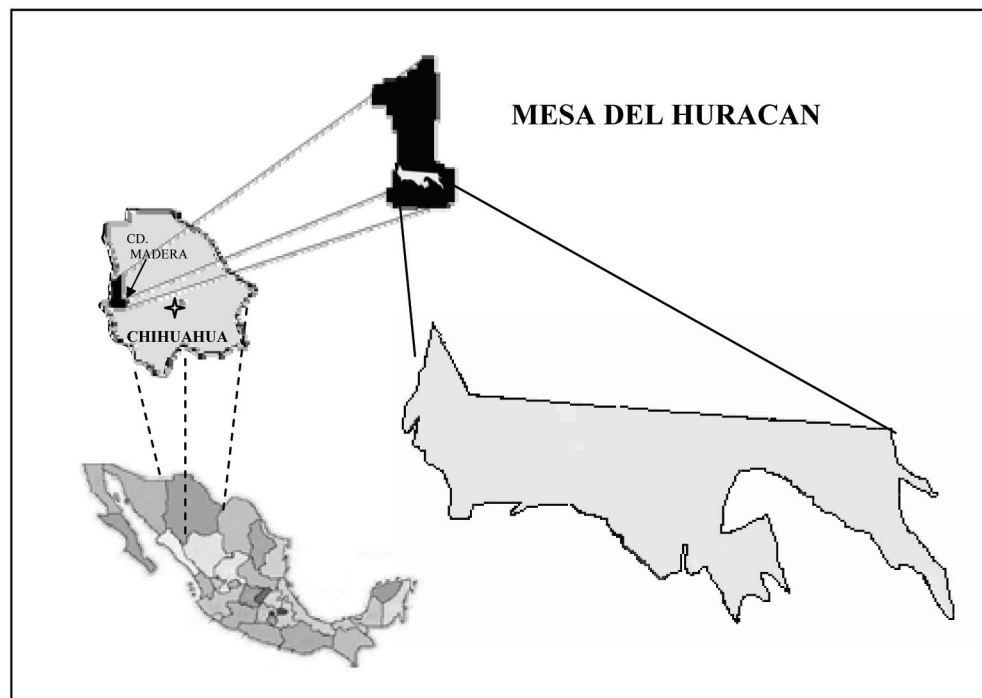


Figura 1--Ubicación aproximada del área de estudio dentro de la región denominada Mesa del Huracán, cerca de Ciudad. Madera, Chihuahua.

Estrategia de muestreo

Con fines de manejo, los bosques del ejido “El Largo” est_n divididos en secciones, las cuales est_n basadas en el potencial productivo. Al mismo tiempo, cada secci_n esta subdividida en rodales (basados en densidad, pendiente y exposici_n) y sub-rodales (basados en especies) (figura 2). Considerando este marco, los datos usados en este estudio fueron inventariados en 554 sitios de muestreo distribuidos al azar dentro de la Secci_n 3 del ejido “El Largo” (aproximadamente 1400 ha). El numero de sitios de muestreo por sub-rodal esta definido de acuerdo con su tama_o (UCODEFO 2) (Cuadro 1). Aunque estos sitios de muestreo fueron ubicados al azar, se defini_ una distancia m_nima entre ellos de acuerdo a la formula siguiente:

[1] $Distancia = (\text{área } m^2 / \text{Numero de sitios})^{1/2}$

Cuadro 1--Numero de sitios de muestreo por sub-rodal de acuerdo a su tama_o. Criterio usado por la UCODEFO 2 en Ciudad Madera, Chihuahua.

Tama_o del sub-rodal (ha)	Numero de sitios de muestreo
5-10 ha	4
11-15 ha	5
16-20 ha	6
21-25 ha	7

Se usaron sitios de muestreo circulares de 1000 m², recabándose la información siguiente: (a) especies de arbolado; (b) diámetro; (c) altura; (d) altura de copa; (e) área basal; y (f) número de árboles por hectárea.

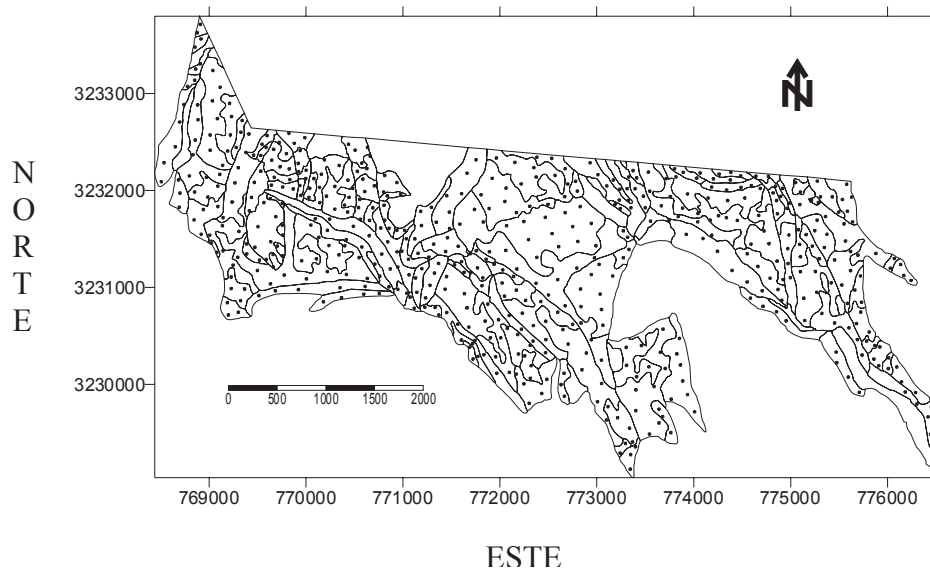


Figura 2--Ubicación de los 554 sitios de muestreo dentro del área de estudio. Las divisiones corresponden a los 143 sub-rodales en los que la UCODEFO 2 ha clasificado el área. Las coordenadas corresponden a la zona UTM 12.

Estimación de daños

Después de un incendio forestal los niveles de afectación varían espacialmente, por lo que debe hacerse una evaluación del grado de daño ocurrido. De esta forma se podrá definir que áreas son afectadas permanentemente y que áreas pueden recuperarse. Al relacionar esta información con el conocimiento de la distribución espacial de las condiciones iniciales, de las masas forestales evaluadas, se podrá hacer una estimación mas precisa del valor económico de los recursos forestales afectados.

Al iniciar la evaluación, es necesario considerar todas las características del área afectada. Para evaluar los daños económicos de los recursos forestales afectados (materias primas forestales que tiene un valor económico) se debe tomar la información siguientes (Rincón, 2002): a) Ubicación geográfica considerando: coordenadas, municipio (s), predio (s) y parajes; b) Tiempo de duración considerando días y horas, c) Cálculo de la superficie afectada (has. o m). Este ultimo punto puede ser cubierto ya sea a través de fotografías aéreas, imágenes de satélites, o con el uso de aparatos GPS haciendo recorridos de la periferia del área incendiada. (a pie , a caballo o en helicópteros). Es importante identificar el tipo de incendio, ya que esto permitirá estimar el grado de daño potencial.

Debe considerarse la distribución espacial de los tipos de vegetación del área, ya que estos están asociados tanto con el comportamiento del fuego como con el potencial de daño. Esto ultimo esta relacionado con la intensidad del fuego, la cual puede establecerse en base a las alturas de chamuscado de

los árboles. Esto puede referirse en forma cualitativa considerando el porcentaje afectado en cada sustrato, considerando la siguiente clasificación (Rincón, 2002):

- Bajo.-** Cuando la afectación a la vegetación es del 1 al 25%. Aproximadamente, contemplando la estructura total de la vegetación: fuste y follaje, por lo general es poco el daño y no pone en riesgo de muerte a los individuos.
- Medio.-** Cuando la afectación es moderada y ésta va del 25 al 50% aproximadamente; en ésta se corre el riesgo de que se mueran algunos individuos, sobre todo los más débiles y decrepitos.
- Alto.-** Cuando la afectación es considerable y ésta va del 50 al 80% aproximadamente, corriéndose el riesgo de que mueran la mayoría de los individuos y los sobrevivientes queden muy dañados y susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, sobre todo los árboles adultos.

Se deben de evaluar los daños por sustrato vegetativo: 1) Arbolado adulto o alto; 2) Arbustos y matorrales o medio; 3) Renuevo o sotobosque, y 4) Hierbas y pastizales o sotobosque. Así mismo se deberá establecer los respectivos volúmenes y distribución de productos, por sustrato vegetativo. Para poderlos inferir a la superficie total afectada, con el fin de obtener la

Kriging Ordinario

Dado que, como se menciona en el punto anterior, para la evaluación económica de un incendio debe conocerse tanto la superficie del área dañada, como sus características dasométricas, el objetivo final de este trabajo fue generar superficies continuas de: (a) área basal [AB]; (b) número de especies [NE]; (c) diámetro promedio [DP]; y (d) número de árboles por hectárea [NAH]. La definición de superficies continuas fue hecha en base a kriging ordinario (KO). El cual es una técnica geostadística, que se basa en la teoría de variables regionalizadas (Oliver y Webster, 1990). Kriging ordinario es una técnica geostadística que se aplica cuando la media de los datos es estacionaria, pero se desconoce. KO es considerado como el “mejor estimador lineal insesgado” (Olea, 1991): (a) es lineal porque sus estimaciones son combinaciones lineares ponderadas de los datos disponibles; (b) es insesgado porque tiende a generar un cuadrado medio del error igual a cero ($E[\text{Estimado}(x_0) - \text{Real}(x_0)] = 0$, y $\sum \lambda_i = 0$); y (c) es mejor porque tiende a minimizar la varianza de los errores ($E\{[\text{Estimado}(x_0) - \text{Real}(x_0)]^2\} = \text{mínimo}$). Las siguientes formulas son usadas para calcular las estimaciones con KO y la correspondiente desviación estándar de dichas estimaciones (Hunner, 2000; Isaaks y Srivastava, 1989):

$$[1] \quad \hat{Z}_{OK}(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(x_i)$$

$$[2] \quad \sigma_{OK}^2(x_0) = C(x_0, x_0) - \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot C(x_i, x_0) + \mu$$

donde:

$\hat{Z}_{OK}(x_0)$ = estimación de OK en el punto x_0 ;

λ_i = valor ponderado del sitio muestreado i en el punto x_i ;

$Z(x_i)$ = valor de la variable observada Z en el punto x_i ;

$\sigma_{OK}^2(x_0)$ = covarianza de kriging ordinario en el punto x_0 con sigo mismo;

$C(X_i, X_0)$ = covarianza del sitio muestreado en el punto x_i y el sitio a estimar en el punto x_0 ; y

μ = parámetro de Lagrange

Los parámetros requeridos en kriging ordinario fueron definidos a través del análisis estructural de los datos (Phillips y otros, 1992). Donde la continuidad espacial de cada característica fue definida a través de variogramas, considerando un enfoque isotrópico (Ramírez, 1980).

Resultados

Autocorrelación espacial

Los cuatro casos presentaron una baja autocorrelación espacial (Chou, 1991), lo cual se refleja en la continuidad espacial definida por los correspondientes variogramas experimentales (Armstrong, 1998) (figura 3). La máxima distancia en la que se encontró correlación espacial correspondió a DP (aprox. 2550 m). Mientras que AB mostró una máxima distancia de 1000 m. NE y NAH definieron una correlación espacial hasta los 1750 y 1850 m, respectivamente. Cada uno de los variogramas experimentales fue ajustado al mejor modelo “definido positivo” (Flores, 2001). De acuerdo a esto los modelos para las variables NAH, AB, DP y NE fueron exponencial, exponencial, esférico y exponencial, respectivamente.

A pesar de la baja autocorrelación espacial de las variables estudiadas, fue posible definir los parámetros requeridos por KO (Nugget [Co], Sill [Co+C] y Rango[Ao]). A través de KO se generaron las superficies continuas correspondientes. La figura 4 ilustra las superficies resultantes para cada una de las variables en estudio. Donde es posible apreciar que la mayor variabilidad de DP se ubica en la parte NE del área de estudio. En el caso del número de especies, la distribución espacial es un poco más homogénea, con algunos picos en la parte SE. Las áreas con mayor área basal están ubicadas en la porción NW del área de estudio. Lo cual coincide con distribución espacial del número de especies por hectárea. Es importante hacer notar que aunque las mayores densidades se encuentran en la porción NW, los mayores diámetros se ubican en la zona NE. Lo cual tiene cierta lógica, ya que a mayor densidades se tiene mayor competencia entre el arbolado y, por lo tanto, se esperan diámetros menores.

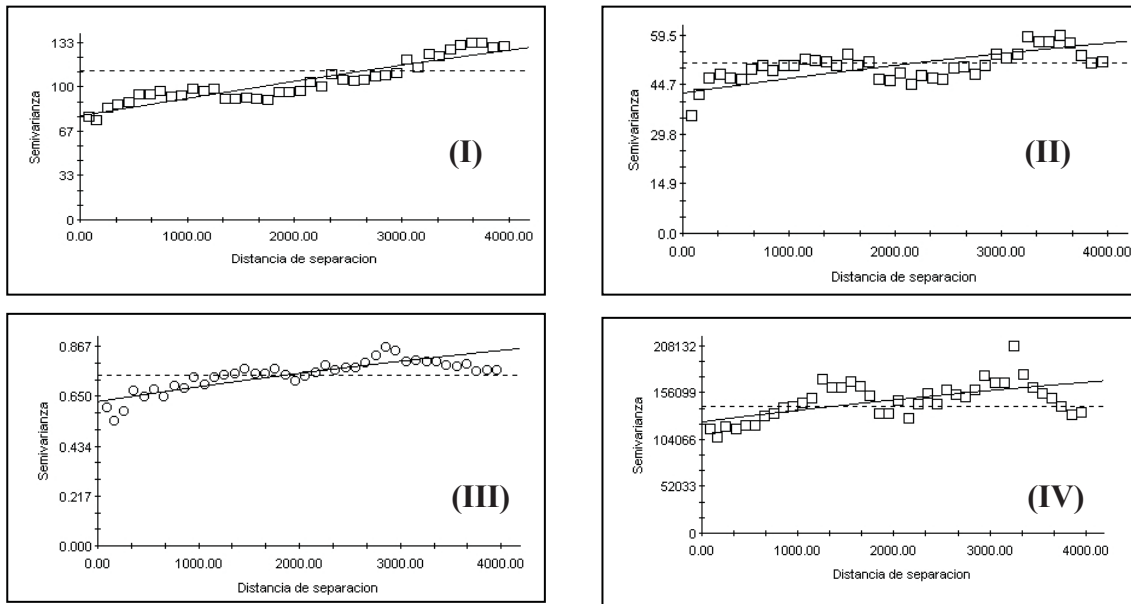


Figura 3--Continuidad espacial, expresada en variogramas, de las variables en estudio: (I) diámetro promedio [DP]; (II) total área basal [AB]; (III) numero de especies [NE]; y (IV) numero de árboles por hectárea [NAH].

Una vez que se generaron las superficies continuas, se definieron los mapas correspondientes a través de sistemas de información geográfica. La figura 5 presenta el mapa final correspondiente. El diámetro promedio de todas las especies arboladas fue de 36.67 cm, con un mínimo y un máximo de 14.05 y 72.95 cm, respectivamente. La desviación estándar fue de 10.58. Los diámetros promedio entre 30 y 40 cm se distribuyeron a lo largo del área de estudio. El área basal promedio fue de 10.62 m², con un mínimo y un máximo de 1 y 48 m², respectivamente. La desviación estándar correspondiente fue de 7.16. La mayor parte del área de estudio correspondió a áreas basales entre 5 y 15 m². El numero de especies por hectárea vario desde 7 hasta 3,580 árboles/ha, con una desviación estándar de 376. La mayoría de los sitios de muestreo tuvieron menos de 500 árboles por hectárea. Las clases de densidad entre 150 y 500 árboles/ha presentaron un patrón de distribución espacial bien definido. Por otro lado, la clase >500 árboles/ha tuvo mas bien una distribución muy difusa. El numero de especies por sitio de muestreo vario de 1 a 7. Sin embargo, 80.3% de estos tuvieron entre 1 y 2 especies arboladas. Las especies dominantes mas frecuentes fueron *Pinus durangensis*, *P. arizonica* y *P. engelmannii*, las cuales fueron encontradas en 45.49, 30.14 y 12.64% de los sitios muestreados, respectivamente. La distribución espacial de 1 y 2 especies fue muy homogénea a lo largo del área de estudio. Las áreas con mas de 3 especies arboladas fueron escasas.

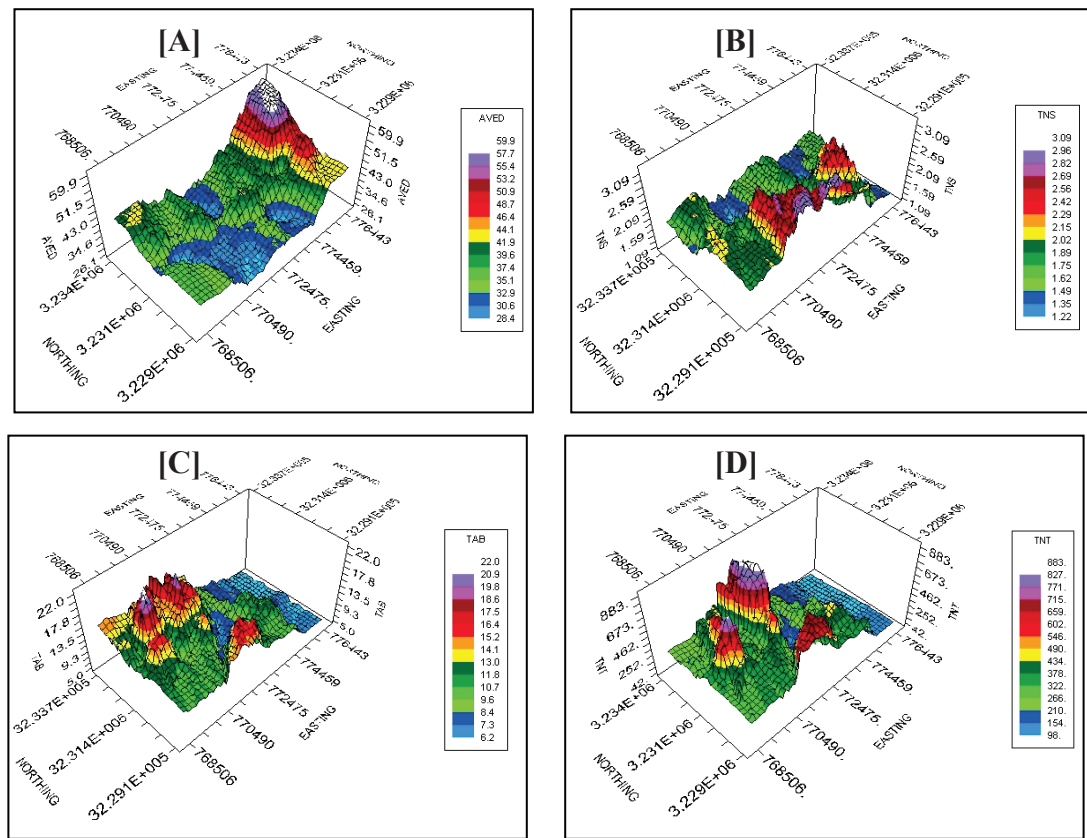


Figura 4--Superficies continuas generadas a través de kriging ordinario: (A) diámetro promedio [DP]; (B) numero de especies [NE]; (C) total área basal [AB]; y (D) numero de árboles por hectárea [NAH].

Discusión y Conclusiones

Continuidad espacial

La valoración económica de los daños de un incendio forestal no puede lograrse con una buena precisión si no se tiene conocimiento de las condiciones previas de la masa forestal. Si se considera que existe información abundante de inventarios forestales en un área dada, no es conveniente estimar la perdida económica solo considerando referencias estadísticas generales, como la media y la varianza. Esta perspectiva implica que, como se ilustra en la figura 6a, el área a valorar tuvo una masa forestal cuyas características dasométricas fueron muy homogéneas. Lo cual implica una continuidad espacial que define grandes áreas, como seria el caso del clima (Atkinson y Lloyd, 1997). Aunque esta condición es posible, por ejemplo en bosques con masas puras y coetáneas, en muchos de los bosques de México es difícil encontrar una continuidad espacial tan uniforme. Lo cual puede ser resultado de las diferentes estrategias de manejo que se pudiesen haber aplicado a una área dada. Otros agentes de alteración de la continuidad

espacial de las características dasométricas lo son las plagas, las enfermedades y las cortas clandestinas. El mismo fuego es un factor que altera dicha continuidad.

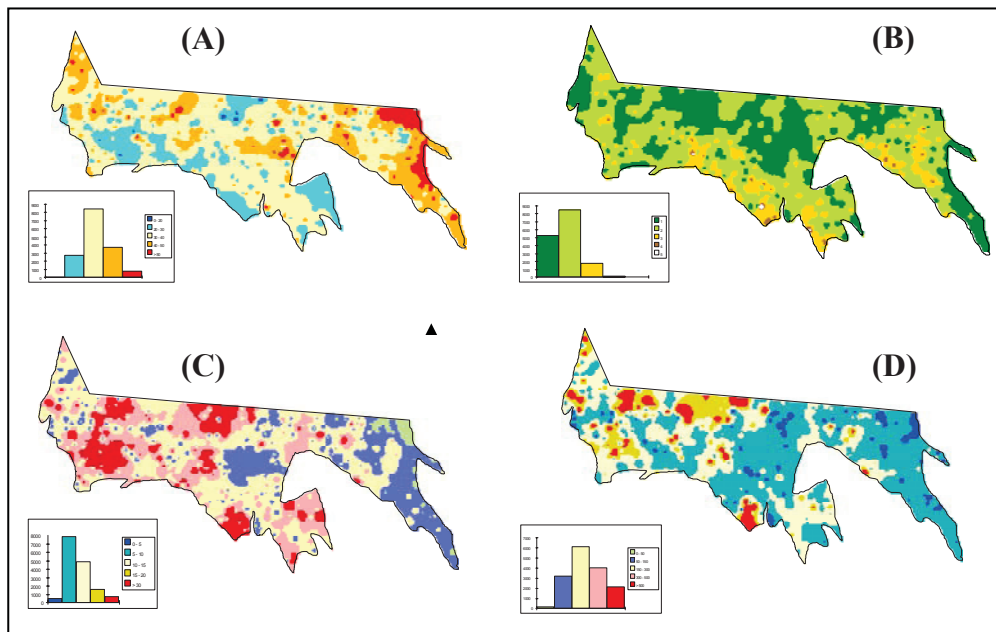


Figura 5--Mapas finales de la distribución espacial de las variables en estudio: (A) diámetro promedio [DP]; (B) número de especies [NE]; (C) total área basal [AB]; y (D) número de árboles por hectárea [NAH].

Debido a lo anterior, debe tenerse en mente que aunque un bosque puede presentar variaciones espaciales en sus características estas no obedecen estrictamente a un patrón definido por polígonos. Por el contrario esta variación es mas bien continua, en la que se puede ir de, por ejemplo, densidades muy altas hasta densidades bajas en forma paulatina (figura 6b). Este comportamiento espacial no puede ser captado a través de la estimación de la media y varianza de polígonos (figura 6a). Por lo que deben usarse alternativas que permitan considerar el factor espacio en la estimación de las características dasométricas de un bosque dado, como es el caso que se ilustra en este trabajo. De esta forma, la valoración económica podrá orientarse no solo con mayor apego a la realidad de la masa, sino también podrán ubicar espacialmente aquellas áreas con mayor y menor daño. Se podrá hacer cálculos de superficies por daño y costo de recuperación, así como podrá establecerse espacialmente el costo de oportunidad involucrado en el periodo de recuperación. Finalmente, la integración de toda esta información ayudara a seleccionar áreas prioritarias (por su daño y costo de recuperación), e incluso a definir aquellas áreas donde no sea necesaria inversión alguna (debido a su potencial de auto recuperación).

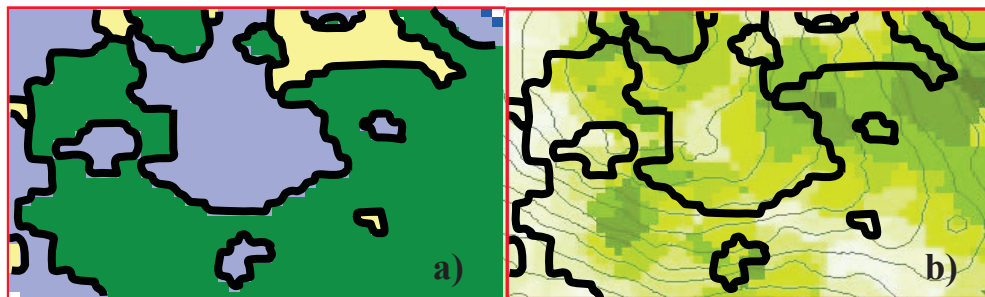


Figura 6--La variación de las características dasométricas de un bosque pueden seguir un patrón homogéneo, que define grandes polígonos (a), o un patrón de variación espacial continua (b).

Interpolación

El uso de técnicas geostatísticas requiere que las variables en estudio estén espacialmente auto-correlacionadas. La baja correlación espacial encontrada en este estudio sugiere usar otras alternativas como lo es co-kriging. Además hay que considerar tanto el tipo de muestreo como la intensidad del mismo. No obstante, la metodología ilustrada en este trabajo es relativamente simple y puede ser usada para definir la distribución espacial de las características de una masa forestal previas a un incendio. Es importante considerar que el procedimiento metodológico requerido en interpolaciones geostatísticas implica tener un buen conocimiento de las características espaciales de las especies en estudio. Por lo que, antes de llevar a cabo el proceso iterativo requerido en kriging, se debe estudiar bien las posibles circunstancias que definan la presencia de cierta variable. Por ejemplo, como se menciono en la sección de resultados, se esperaba que la distribución espacial de las zonas con mayores densidades estuviera asociada con las áreas de menores diámetros promedio. Otros aspectos que pudiesen ser útiles en el caso de características forestales, podrían ser la altitud, la exposición, o la pendiente. Este tipo de información es esencial en la valoración económica de los daños de un incendio.

Futuros trabajos

Aunque no se ilustra en este trabajo una de las ventajas de los procedimientos geostatísticos sobre las alternativas determinísticas, es que en base a las primeras se puede calcular el error estándar de las estimaciones. Lo cual permite conocer espacialmente en que área nuestras estimaciones son mas confiables. La utilidad de esto puede enfocarse tanto a la corrección del diseño de muestreo, como a la definición de futuras estrategias de muestreo. En futuros estudios se sugiere comparar no solo otras alternativas geostatísticas (por ejemplo kriging universal, kriging en bloque, cokriging [Goovaerts, 2000]), sino también técnicas de interpolación no estocásticas (por ejemplo Spline [Bishop y otros, 1999], mapeo poligonal, y polígonos de Thiessen). Este tipo de análisis permitirá contar con mapas mas precisos, con base a los cuales la valoración económica de los daños de un incendio forestal tengan un sustento mas objetivo. De esta forma se apoyara la respuesta a las siguientes preguntas1) ¿Cual era el valor comercial original del bosque (madera,

turismo, germoplasma, etc.) antes del incendio?; b) ¿Cuál será el costo de restauración a la condición original?; y c) ¿Cuál es el costo de oportunidad involucrado en el periodo de restauración?. Es claro que la respuesta estas interrogantes involucran, no solo el conocimiento de las condiciones originales de la masa (el cual es la aportación de este trabajo), sino también deben tomarse en cuenta una serie de factores ecológicos (especies, suelo, dinámica de poblaciones, etc.), económicas (demanda, oferta, costos, etc.) y sociales (oferta de empleo, recreación, paisaje, etc.).

Referencias

- Armstrong, M. 1998. **Basic linear geostatistics**. Springer, New York. 153 pp.
- Atkinson, Peter M. and Lloyd, Chris D. 1997. **Mapping precipitation in Switzerland with ordinary and indicator kriging**. Journal of Geographic Information and Decision Analysis 2(2):72-86.
- Bishop, T.F.A.; McBratney, A.B.; Laslett, G.M. 1999. **Modelling soil attribute depth functions with equal-area quadratic smoothing splines**. Geoderma 91: 27-45.
- Burrough, P. A, and McDonnell. 1998. **Principles of geographical information systems**. Claredon Press Oxford; p. 333 p.
- Chou, Yue Hong. 1991. **Map resolution and spatial autocorrelation**. Geographical Analysis, 23(3): 228-246.
- Flores G., J. G. 2001. **Modeling the spatial variability of forest fuel arrays**. Ph.D. Dissertation. Department of Forest Sciences. Colorado State University. 169 p.
- Goovaerts, P. 2000. **Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall**. Journal of Hydrology Amsterdam 228: 113-129.
- Hunner, G. 2000. **Modeling forest stand structure using geostatistics, geographic information systems, and remote sensing**. Ph.D. Dissertation. Forest Sciences Department. Colorado State University. 217 p.
- Hunner, Gerhard; Mowrer, H. Todd, y Reich, Robin M. 2000. **An accuracy comparison of six spatial interpolation methods for modeling forest stand structure on the Fraser Experimental Forest, Colorado**. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural resources and Environmental Sciences. July, 2000. Amsterdam. pp 305-312.
- Isaaks, E.H. y Srivastava, R.M. 1989. **An introduction to applied geostatistics**. Oxford University Press. New York. 561 p.
- Laslett, G. M.; McBratney, A. B.; Pahl, P. J., and Hutchinson, M. F. 1987. **Comparison of several spatial prediction methods for soil pH**. Journal of Soil Science 38:325-341.
- Olea, R.A. 1991. **Geostatistical Glossary and Multilingual Dictionary**. Oxford University Press, New York.
- Oliver, M. A. and Webster, R. 1990. **Kriging: a method of interpolation for geographical information systems**. International Journal of Geographical Information Systems 4(3): 313-332.
- Phillips, D.L.; Dolph, J.; Marks, D. 1992. **A comparison of geostatistical procedures for spatial analysis of precipitation in mountainous terrain**. Agricultural and Forest Meteorology 58: 119-141.

- Ramírez M., H. 1980. **On the relevance of geostatistical theory and methods to forest inventory problems**. Ph.D. Dissertation, University of Georgia. 163 p.
- Rincón R., F. 2002. **Metodología propuesta para estimar el valor económico y ecológico de los daños causados por los incendios forestales**. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 20 p.
- UCODEFO 2, 1997. **Aplicación del inventario forestal continuo (I.F.C.) en los bosques del “Ejido El Largo”, Chihuahua, México**. Unidad de Conservación y desarrollo Forestal No. 2. Cd. Madera, Chihuahua. México. 34 pp.