



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CD. JUAREZ

Instituto de Arquitectura Diseño y Arte

**EVALUACIÓN DE LA RECUPERACIÓN
VEGETAL EN ÁREAS CON DISTINTA
SEVERIDAD DE FUEGO USANDO
TELEDETECCIÓN: CASO DE ESTUDIO,
MUNICIPIO DE OCAMPO, COAHUILA.**

Proyecto de titulación:

Luis Arturo Caraveo Caraveo

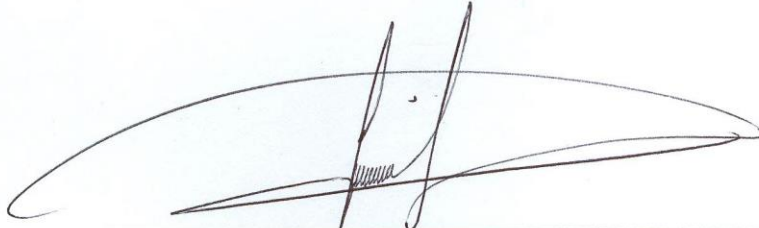
Como requisito parcial para obtener el grado de

Licenciado en Geoinformática

Cd. Cuauhtémoc, Chih.

Mayo de 2013

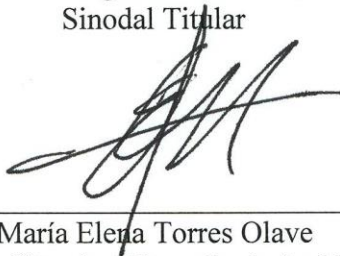
Este proyecto de titulación fue aceptada por el comité revisor designado por la academia del programa de Geoinformática de la Universidad Autónoma de Cd. Juárez, como requisito parcial para optar al grado Licenciado en Geoinformática.



Luis Carlos Alatorre Cejudo
Dr. En ordenamiento territorial y medio ambiente
Director de Proyecto de Titulación



Lara Cecilia Wiebe Quintana
M.C. En ingeniería electrónica
Sinodal Titular



María Elena Torres Olave
Dra. En Ciencia y Tecnología Ambiental
Sinodal Titular



Elifalet López González
Dr. En Matemáticas
Sinodal Suplente

Dedicatoria

A mis padres por ser un ejemplo a seguir, por convertirme en todo lo que soy y lo que he conseguido, por su dedicación en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo mantenido a través de todo este tiempo.

A mi familia por siempre estar a mi lado regalándome tantos momentos de alegría y felicidad, por impulsarme a seguir adelante y brindarme el valor y dedicación durante este largo camino a través de su cariño y amor.

A mi esposa por ser esa fuerza que me apoyo en esos momentos de frustración, estrés y desesperación durante este largo camino de esfuerzo, lucha, logros y fracasos, sin desistir en mí y por ayudarme en cada momento sin dejarme solo, por regalarme a mi hija el tesoro más hermoso que alguien pueda pedir.

A mi hija Esmeralda, gracias mi niña por enseñarme el valor de ser padre, por llegar a mi vida alumbrando mi camino en momentos de obscuridad para encontrar la salida a los problemas, porque tú eres mi fuerza mi bebe hermosa.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por brindarme la oportunidad de superarme y permitirme salir adelante en mi vida y en mi educación, así como a los maestros docentes de la licenciatura en Geoinformática por haberme aguantado a lo largo de este tiempo y por compartir sus conocimientos y sabiduría conmigo.

En especial a el Dr. Luis Carlos Alatorre Cejudo por su empeño y dedicación en este proyecto a demás por su liderazgo y dirección en cada parte de la elaboración de esta tesis.

A mis compañeros por su solidaridad y compromiso a lo largo de la carrera, por esos momentos que vivimos juntos en cada una de las clases y por brindarme ayuda en momentos difíciles den cada fase de esta.

¡GRACIAS!

Evaluación de la recuperación vegetal en áreas con distinta severidad de fuego usando teledetección: caso de estudio, Municipio de Ocampo, Coahuila

*Luis Arturo Caraveo Caraveo

*División Multidisciplinaria de la UACJen Cuauhtémoc, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, CP 31579 Cuauhtémoc, Chihuahua, México

Resumen. Los incendios forestales son una de las mayores amenazas que enfrentan los bosques tanto en México como en el resto del mundo. La determinación de la severidad del fuego y el seguimiento de la recuperación vegetal mediante técnicas de teledetección es una forma de las más precisas y novedosas que existen, la teledetección es un de las herramientas más poderosas para este tipo de análisis. En este estudio se analizó la severidad del fuego para los incendios ocurridos en el mes de Abril de 2011 en el municipio de Ocampo, Coahuila, México. Aplicando la fórmula propuesta por Ruiz-Gallardo et al. (2005), se obtuvo la severidad del fuego para las áreas afectadas por los

incendios. Posteriormente se estimaron los valores de NDVI para los meses de agosto del 2011 y octubre 2011, esto para saber cómo se ha comportado los valores de NDVI a través del tiempo en las áreas afectadas con distinta severidad de fuego. Se llegó a la conclusión de que la vegetación para esta área de estudio tiende a recuperarse justo después del incendio, pero esta pronta recuperación se ve afectada por la entrada de la estación de otoño. Además se comporta de manera similar en los tres incendios para cada una de las clases de severidad.

Palabras clave: Incendios forestales, Severidad de fuego, Teledetección, NDVI.

Evaluation of vegetation recovery in areas with different severity of fire using remote sensing: case study, municipality of Ocampo, Coahuila

Abstract. Forest fires are one of the biggest threats facing forests in Mexico and in the rest of the world. The determination of fire severity and vegetation recovery monitoring using remote sensing technology is a more precise form of the novel and there, remote sensing is a most powerful tool for this type of analysis. In study is analyzed for fire severity fires in the month of April 2011 in the municipality of Ocampo, Coahuila, Mexico. Applying the formula proposed by Ruiz-Gallardo et al. (2005). Fire severity was obtained for areas affected by the fires. Subsequently NDVI values

estimated for the months of August 2011 and October 2011, this to know how he has behaved NDVI values over time in the affected areas with different severity of fire. Is concluded that the vegetation for the study area tends to recover immediately after the fire, but the early recovery is affected by the entry of the fall season. It also behaves similarly in the three fires for each of the classes of severity.

Keywords: Forest fires, fire severity, Remote Sensing, NDVI

INTRODUCCIÓN

Actualmente los bosques se encuentran bajo un grave problema de deforestación, esto debido a diferentes causas tales como la tala desmedida, los incendios forestales y el cambio climático entre otras. Esto lleva a la pérdida de los servicios ambientales que brindan, ya que al ser deforestados desaparecen o se reducen los beneficios ambientales que proporcionan tal como lo plasma Pagiola, Landell - Mills, & Bishop(2002).

Entre los beneficios ambientales que brindan los bosques destacan la protección de las cuencas hidrográficas, la conservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono, entre otros. En las cuencas hidrográficas los bosques juegan un papel muy importante ya que la vegetación que se encuentra en ellos evita los procesos de erosión, tales como el desprendimiento del suelo por efecto de la lluvia y la escorrentía superficial y concentrada, el consiguiente transporte de los sedimentos y su sedimentación, y por otra parte los bosques también tienen un gran impacto en el control de los flujos hidrológicos (Franquis, 2003). Los bosques son uno de los hábitats más biodiversificados que existen, y con la pérdida de estos hábitats se llega a la pérdida de las especies que habitan en él, a su vez los bosques en pie son grandes depósitos de carbono y los bosques en crecimiento secuestran carbono de la atmósfera (Franquis, 2003).

El cambio climático es una de las consecuencias más notables de la deforestación pero a la vez, se podría ver como una causa ya que con el incremento de los gases invernadero los diferentes ecosistemas que sostienen los bosques se ven afectados (Martínez & Rodríguez).

Estos efectos se manifiestan en sus procesos de desarrollo y reproducción, ya que el bosque ya no puede subsistir

por sí mismo porque no cuenta con algunas especies o procesos que lo ayudaban a regenerarse de forma natural.

Por otra parte, los incendios en los últimos años han causado graves daños a la masa forestal, y no solo en nuestro país si no en muchas regiones del mundo, esto debido a muchas razones, y una de las más importantes se podría decir que es la acción humana, ya que con descuidos o irresponsabilidad cerca del 90% de los incendios son causados por el hombre (Castillo, s/f).

Según la definición de White, Ryan, Key, & Running, (2008) un incendio forestal se define como un incendio que inicia y se desarrolla principalmente en zonas naturales con vegetación abundante. Como elemento natural, el fuego ha contribuido a la selección de especies, a la composición de las formaciones vegetales y a su estabilidad o alternancia.

Los efectos de los incendios están ligados a una serie de variables tales como, la magnitud del incendio, la frecuencia, la intensidad, así mismo las condiciones físicas del suelo y la vegetación, por ejemplo clima, geomorfología, topografía, entre otras (Ruiz-Gallardo, Quintanilla, & Castaño, 2003).

Uno de los problemas más graves o notorios de los incendios forestales es la eliminación o destrucción de la cubierta vegetal y con ello la reactivación de los procesos de erosión, esto debido a que la vegetación es uno de los principales factores que controlan la pérdida de suelo. La disminución de la cubierta vegetal, la cual intercepta la precipitación, hace que la lluvia encuentre menos obstáculos en su camino hacia el suelo, lo que tiene un efecto importante en el incremento de la energía cinética y, como resultado, una mayor capacidad para destruir los

agregados edáficos (Moody y Martin, 2001).

Uno de los elementos más importantes en los incendios forestales es la severidad del fuego, el cual es un término descriptivo que integra los cambios físicos, químicos y biológicos de un ecosistema, como resultado de la acción del fuego (White *et al.*, 1996). Para medir los efectos de los incendios forestales es necesario definir las consecuencias sobre el ecosistema, por una parte ya sea que afecte al suelo, a la masa vegetal. En general, la severidad del fuego se puede relacionar directamente con los procesos de regeneración vegetal que tiene lugar después del incendio ya que entre más grave sea la severidad mayor será el tiempo en que la vegetación se recupere.

Después de un incendio uno de los aspectos más importantes a seguir es la regeneración vegetal, actualmente los procesos de recuperación vegetal presentan una alta variabilidad espacial y temporal, por lo que no es fácil generalizarlos (Naveh, 1990). Se podría decir que la regeneración vegetal es uno de los indicadores más relevantes de la recuperación en los ecosistemas que son afectados por los incendios. Dicha recuperación depende en gran parte del tipo de suelo así como del tipo de clima.

En las últimas décadas las técnicas de teledetección han constituido una herramienta muy poderosa para estudiar los incendios forestales, permitiendo dar seguimiento en tiempo real al cambio

en la cobertura de suelo pos-incendio, y para el estudio de severidad de fuego (Husson 1983). Además al combinar estas técnicas de teledetección con los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han obtenido datos muy importantes para entender más a detalle el comportamiento de la vegetación y su regeneración pos-incendio. Así mismo, las técnicas de teledetección han permitido estudiar los procesos de regeneración vegetal debido a los cambios generados por el fuego, utilizando información espectral de la vegetación (Patterson y Yool, 1998; Díaz-Delgado y Pons, 2001). Dado que en México existen escasos estudios que evalúen la severidad del fuego y el seguimiento de la recuperación vegetal post-incendio (Martínez y Rodríguez), el principal objetivo de este trabajo es evaluar la recuperación vegetal post-incendio a través de técnicas de teledetección utilizando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), como una medida de la actividad vegetal.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El área de estudio se localiza en el incendio ocurrido en el mes de Abril de 2011, en el municipio de Ocampo, al noroeste de Coahuila, México, en la región conocida como la sierra norte de Coahuila (Figura 1).

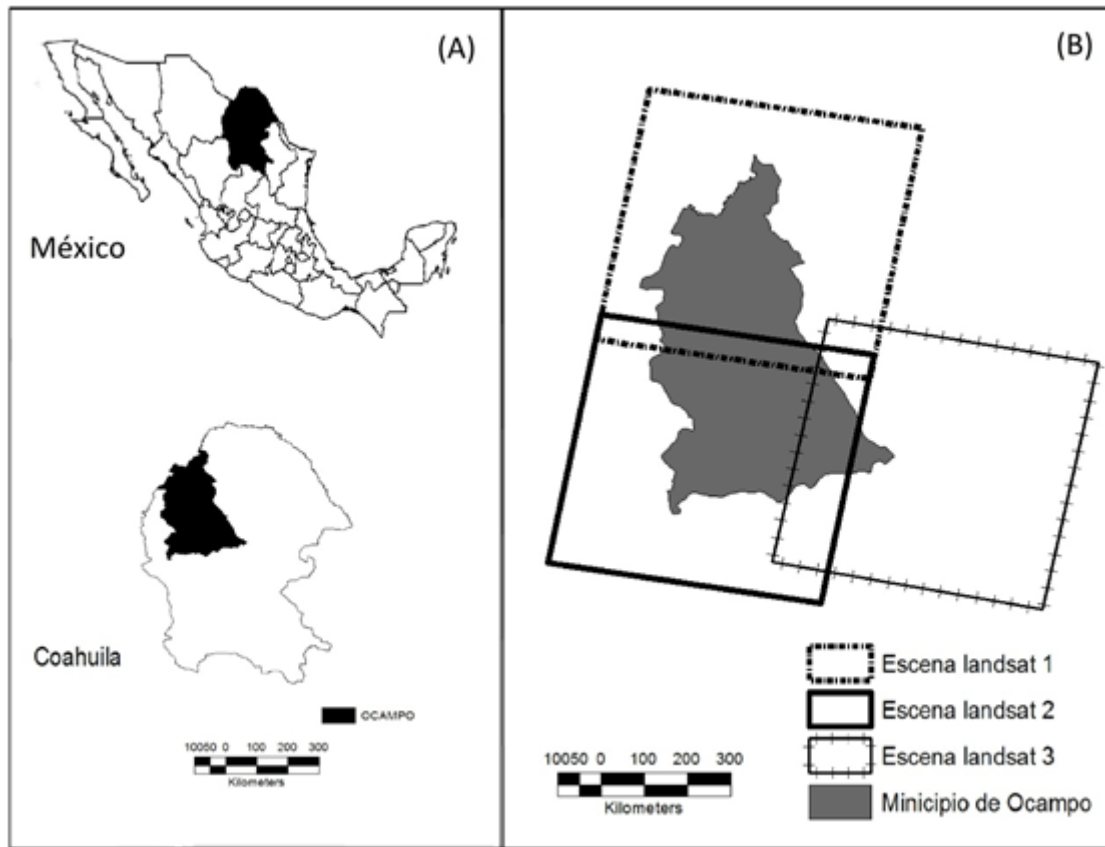


Figura 1. A) Localización del área de estudio: B) localización de las escenas Landsat TM.

El área de estudio cuenta con un clima propio del desierto, lo que se traduce en altas temperaturas durante el día y bajas temperaturas durante la noche. La precipitación es escasa, la mayor parte del municipio se encuentra en un rango de 200 a 300 mm y en las partes altas puede llegar de los 400 a 500 mm de precipitación anual (Téllez, Hutchinson, Nix, & Jones, 2011). La vegetación que predomina en la región es el matorral desértico, candelilla, guajilla, gobernadora, zacate y en algunas zonas se pueden encontrar pastizales naturales. Al norte podemos encontrar bosque templado en el cual predominan el pino y el cedro, esto debido a la altitud de las sierras, en general se muestra un claro gradiente altitudinal en la progresión de las especies vegetales, encontrando matorrales desérticos en las zonas más bajas hasta encontrar las masas

forestales cubiertas principalmente por pinos en las zonas más altas.

Selección y preparación de base de datos

En este estudio se utilizaron tres imágenes Landsat TM para cubrir el área de estudio (Figura 1B). Para evaluar la severidad del fuego se eligieron imágenes previas al incendio, las cuales corresponden al mes de Junio de 2010, y después del incendio, que corresponden al mes de Junio de año 2011. La selección de estas fechas de las imágenes para evaluar la severidad del fuego, se debió a que el incendio tuvo lugar y se extendió en los meses de Marzo, Abril y Mayo, y así obtener valores más cercanos a la realidad en cuanto a la estimación.

Para obtener la evolución de la vegetación, se eligieron las imágenes

correspondientes a cuatro meses después del incendio que corresponden al mes de Agosto de 2011, y a seis meses después del incendio correspondientes al mes de Octubre de 2011.

Una vez que tenemos las imágenes seleccionadas se corrigieron radiométricamente mediante un modelo de reflectividad aparente en el módulo ATMOSC de IDRISI (1987-2009 Clark Labs), esto para eliminar el ruido atmosférico o errores que pudieran tener las imágenes, luego se unieron en un mosaico, para posteriormente cortar a tamaño y el área de estudio. Una vez que tenemos delimitada el área de estudio se identificó el incendio, que a su vez se dividió en tres incendios principales localizados en el área de estudio.

Obtención de la severidad de fuego

Para determinar la severidad del fuego en cada uno de los incendios seleccionados, utilizamos la metodología propuesta por Ruiz-Gallardo et al. (2005), la cual se basa en la estimación del NDVI pre-incendio y pos-incendio. La estimación del NDVI se basó en la ecuación propuesta por Rouse et al. (1974):

$$NDVI = \frac{\rho_{IR} - \rho_R}{\rho_{IR} + \rho_R}$$

Ec. 1.

donde ρ_{IR} es la reflectividad de la banda del infrarrojo cercano del espectro electromagnético y ρ_R es la reflectividad de la banda de rojo.

Una vez que obtuvimos el área de cada incendio se procedió a calcular la ecuación propuesta por Ruiz-Gallardo et al. (2005), el cociente entre la resta del NDVI pre-incendio con el NDVI pos-

incendio y la suma del NDVI pre-incendio con el NDVI pos-incendio, finalmente el resultado se multiplicó por cien:

$$D = \frac{(NDVI - Pr\ incendio) - (NDVI - Postincendio)}{(NDVI - Pr\ incendio) + (NDVI - Postincendio)} * 100$$

Ec. 2.

El resultado de esta ecuación arroja los resultados de la severidad del fuego el cual contiene valores que van desde 0-200, por lo que se hizo necesario hacer una reclasificación en cuatro rangos propuestos por Ruiz-Gallardo et al. (2005), que van desde:

- 1- Severidad nula (0-70)
- 2- Severidad Baja (70-110)
- 3- Severidad Media (110-160)
- 4- Severidad Alta (160-200)

El mapa resultante de la reclasificación de la severidad del incendio se utilizó para estimar el área que ocupa cada una de las cuatro categorías de severidad en cada uno de los incendios seleccionados.

Análisis de la evolución vegetal pos-incendio

Para evaluar la evolución vegetal después del incendio se obtuvieron los valores de NDVI para cada una de las fechas propuestas, Agosto-2011 y Octubre-2011. Posteriormente se hizo un análisis temporal de los valores medios del NDVI presentes en cada una de las cuatro categorías de severidad de fuego, para así obtener un panorama regional sobre el comportamiento que presentó la cubierta vegetal durante los meses posteriores al incendio forestal con el apoyo del NDVI.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de la severidad de fuego

En la Figura 2 se observa la localización de los tres incendios forestales seleccionados para estimar la severidad del fuego en el municipio de Ocampo. La selección de estos tres incendios se

debió principalmente a que el área del municipio es muy grande y se tuvo la presencia de incendios pequeños y aislados, así que la característica principal de estas áreas seleccionadas es que tiene una distribución homogénea del incendio y pertenecen a parches de vegetación continuos con distinta densidad de vegetación.

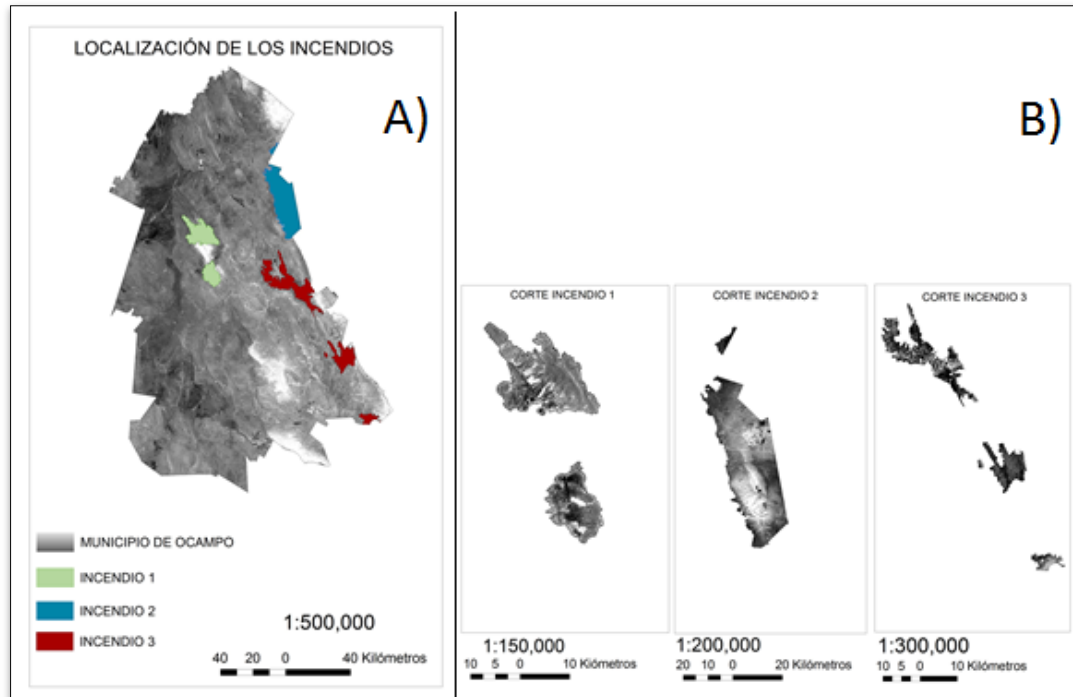


Figura 2. Ubicación de los incendios en nuestra área de estudio: A) localización general; B) localización de cada uno de los incendios seleccionados para estimar la severidad del fuego.

Se calculó el área de cada uno de los incendios y se sumó para obtener el área total dañada en todo el municipio de Ocampo, Coahuila. La suma de las áreas total fue de 139,841 Km². En el Cuadro 1 se muestran las áreas que abarcan cada uno de los incendios.

Cuadro 1. Área de los incendios en kilómetros cuadrados.

<i>Incendio</i>	<i>Área en Km²</i>
Incendio 1	32080
Incendio 2	52388
Incendio 3	55373
Área Total	139841

Para la obtención de la severidad estimamos los valores de NDVI pre-incendio (Figura 3) y NDVI post-incendio (Figura 4) para poder aplicar la ecuación propuesta por Ruiz-Gallardo et al. (2005), explicada en la Sección de metodología.

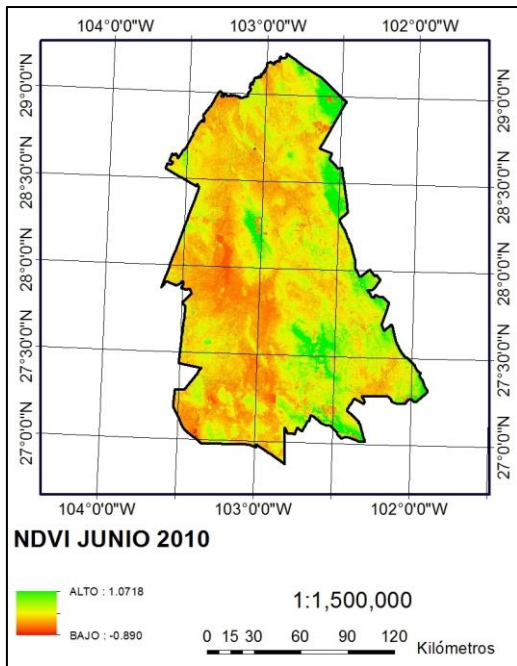


Figura 3. Valores de NDVI pre-incendio (Junio 2010).

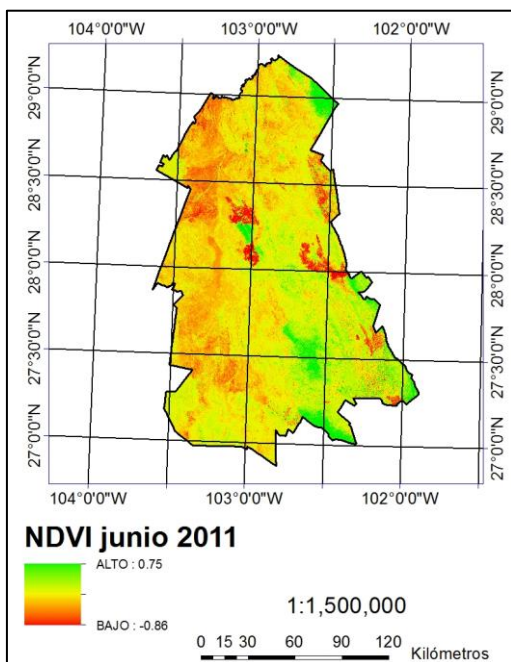


Figura 4. Valores de NDVI pos-incendio (Junio 2011).

Los valores de NDVI registrados en la imagen del mes de Junio del 2010 (Figura 3) son elevados en toda el área de estudio, esto se debe a que la vegetación no ha sido perturbada o dañada y se encuentra en condiciones naturales. En cambio, en la imagen del mes de Junio 2011 (Figura 3) se puede observar que los valores de NDVI han caído drásticamente, debido al efecto de los incendios, también se puede observar que hay unas partes más dañadas que otras esto debido a la intensidad de los incendios. A partir de aquí los resultados de aplicar la ecuación propuesta por Ruiz-Gallardo et al. (2005) para determinar la severidad del fuego se muestra de forma individual para cada uno de los incendios. En el caso del Incendio 1 (Figura 5) se observa que la categoría de Severidad alta afectó gran parte del área asignada (Cuadro 2), con un 22.3% (71.5 Km²) del área total del incendio, mientras que la Severidad baja y media se encuentran en muy pocas áreas, además la Severidad nula es la que más se puede apreciar en su extensión ocupa el 54.51% (174.7 Km²) del incendio. En el caso de la Severidad nula se debe a que el fuego tuvo una intensidad extremadamente baja, esto por efecto de la escasa cobertura vegetal presente en estas áreas.

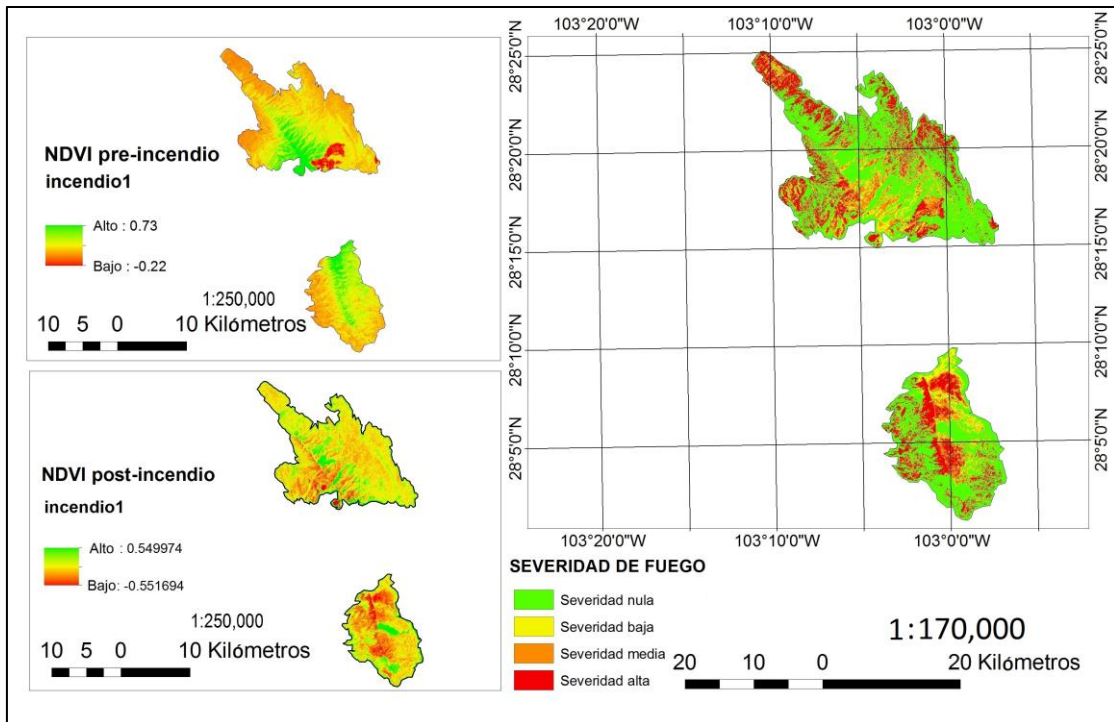


Figura 5. Severidad del fuego para el Incendio 1.

Cuadro 2. Área afectada por cada rango de severidad en kilómetros cuadrados en el incendio 1.

<i>Severidad</i>	<i>Área afectada en Km²</i>
Severidad nula	174.74
Severidad baja	37.867
Severidad media	36.392
Severidad alta	71.519

En el Incendio 2 (Figura 6) la distribución espacial de la severidad del fuego fue muy distinta a lo observado en el Incendio 1, ya que predomina la categoría de Severidad nula, con una área aproximada del 77.7 % (Cuadro 3), así mismo la Severidad baja abarca el 18.7 % del área afectada, mientras que la Severidad media y alta solo ocupan el 3.4 % del total del área afectada por el Incendio 2.

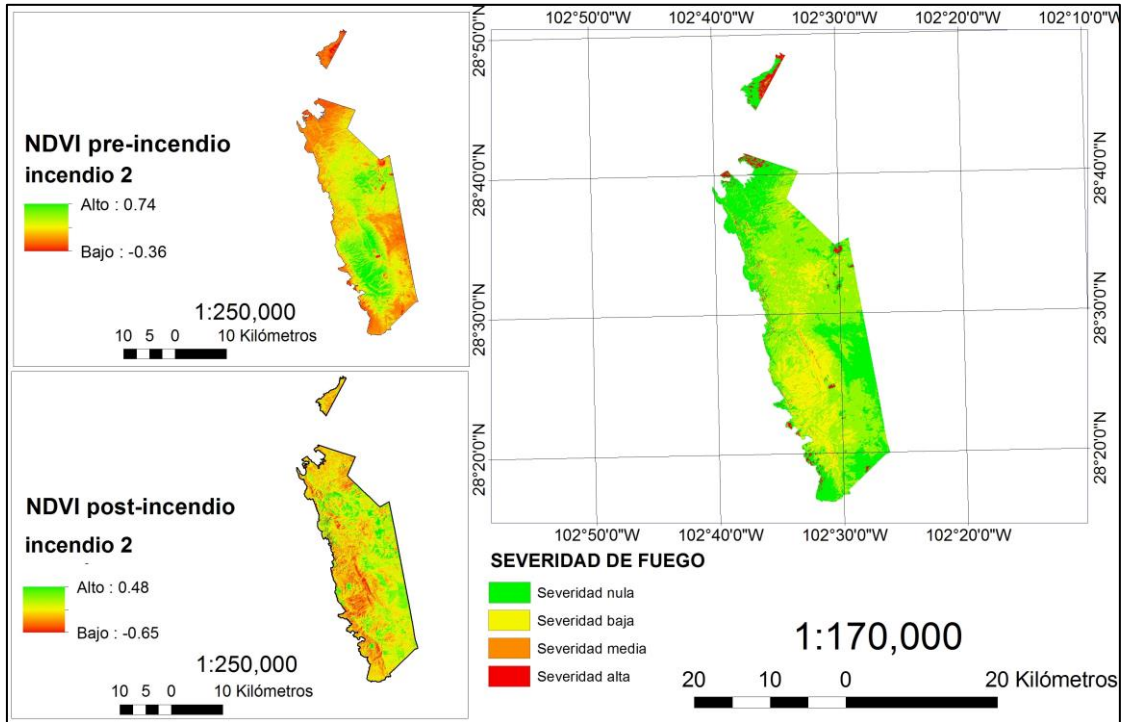


Figura 6. Severidad del fuego para el Incendio 2.

Cuadro 3. Área afectada por cada rango de severidad en kilómetros cuadrados para el Incendio 2.

<i>Severidad</i>	<i>Área afectada en Km²</i>
Severidad nula	451.748
Severidad baja	109.207
Severidad media	5.437
Severidad alta	14.902

del fuego se comportó de manera muy diferente, se observa que hay parches de severidad discontinuos a lo largo de toda el área afectada.

Sin embargo al igual que en los Incendios 1 y 2 la Severidad nula es la que mas predomina con una área aproximada de 71.1 %, mientras que la severidad baja y media solo ocupan el 12.2 %, y la Severidad alta ocupa un 12.8 % del total del área afectada por el Incendio 3.

A diferencia de los Incendios 1 y 2, en el Incendio 3 (Figura 7) la severidad

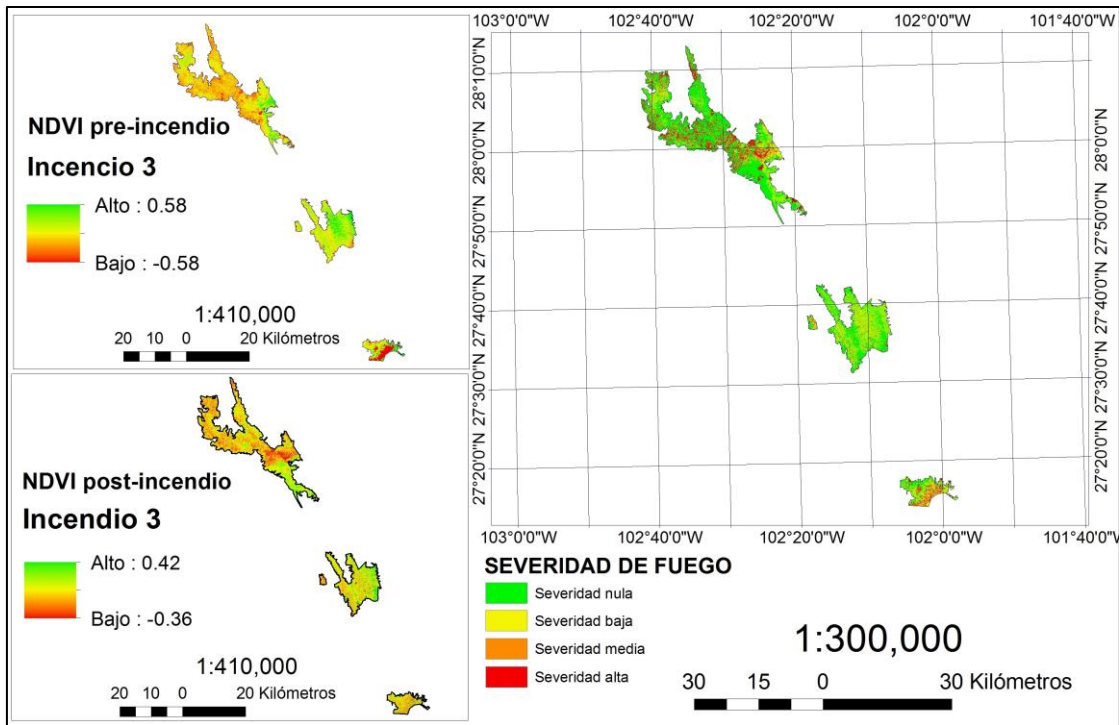


Figura 7. Severidad del fuego para el Incendio 3.

Cuadro 4. Área afectada por cada rango de severidad en kilómetros cuadrados para el incendio 3.

<i>Severidad</i>	<i>Área afectada en Km²</i>
Severidad nula	461.246
Severidad baja	47.066
Severidad media	28.361
Severidad alta	77.395

Análisis de la evolución vegetal pos-incendio

Una vez que se obtuvo la severidad de fuego para cada uno de los incendios, se estimó el NDVI para los meses de Agosto y Octubre de 2011 (Figuras 10 y

11), y así evaluar los valores medios del NDVI en cada una de las cuatro categorías de severidad del fuego para cada incendio seleccionado.

En general se observa que después del incendio los valores de NDVI se han ido incrementando en cada uno de los incendios seleccionados. Si observamos los valores de NDVI para el mes de Agosto (Figura 10) y Octubre (Figura 11) de 2011.

se puede apreciar de forma muy contundente como las áreas correspondientes a los incendios presentan un incremento en los valores NDVI en comparación a los valores que se tuvieron en el mes de Junio de 2011 (justo después del incendio, Figura 3).

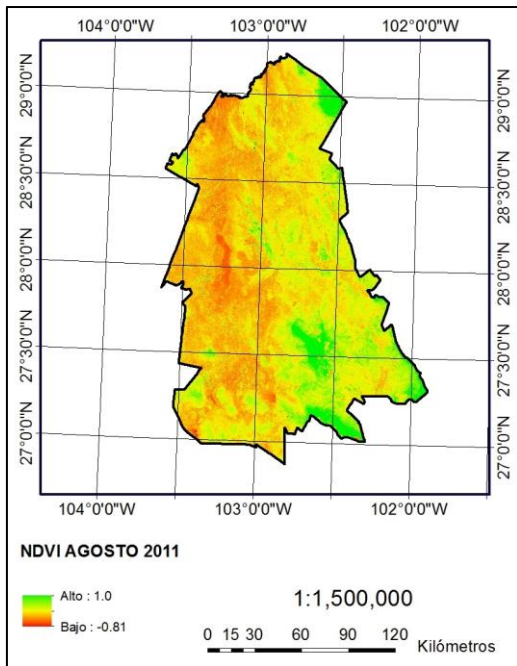


Figura 8. Valores de NDVI pos-incendio (Agosto 2011).

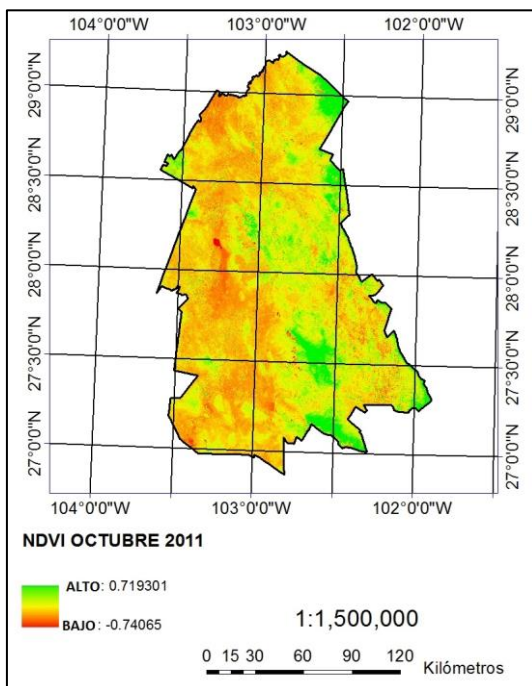


Figura 9. Valores de NDVI pos-incendio (Octubre 2011).

La evolución de los valores medios del NDVI en cada una de las cuatro categorías para los meses de Agosto y Octubre de 2011 se observa en la Figura 10. Se aprecia que en los tres incendios la evolución de los valores de NDVI presentan un comportamiento similar en las cuatro categorías de Severidad del fuego. Las categorías de Severidad nula y alta presentan una disminución progresiva de los valores de NDVI. En el caso del comportamiento observado en la categoría de Severidad nula se puede explicar por el hecho de que estas áreas estaban ocupadas por escasa cobertura vegetal y la presencia de suelos degradados, lo cual hace que la recuperación vegetal sea casi imposible después de un incendio. Por otra parte, la disminución de los valores de NDVI en la categoría de Severidad alta, se debe principalmente a las altas temperaturas alcanzadas, ya que la recuperación de la vegetación después de un incendio forestal depende principalmente de un órgano o raíz subterráneo y el daño que le ocasionan las altas temperaturas a estos, no le permite que la vegetación se regenere adecuadamente.

En cambio las categorías de Severidad baja y Severidad media muestran un ligero incremento en el mes de Agosto, para posteriormente registrar un descenso en el mes de Octubre. Esto demuestra como en estas categorías sí existe una recuperación vegetal, el descenso presentado en el mes de Octubre se debe principalmente a la disminución de la precipitación en esta época del año (Figura 11).

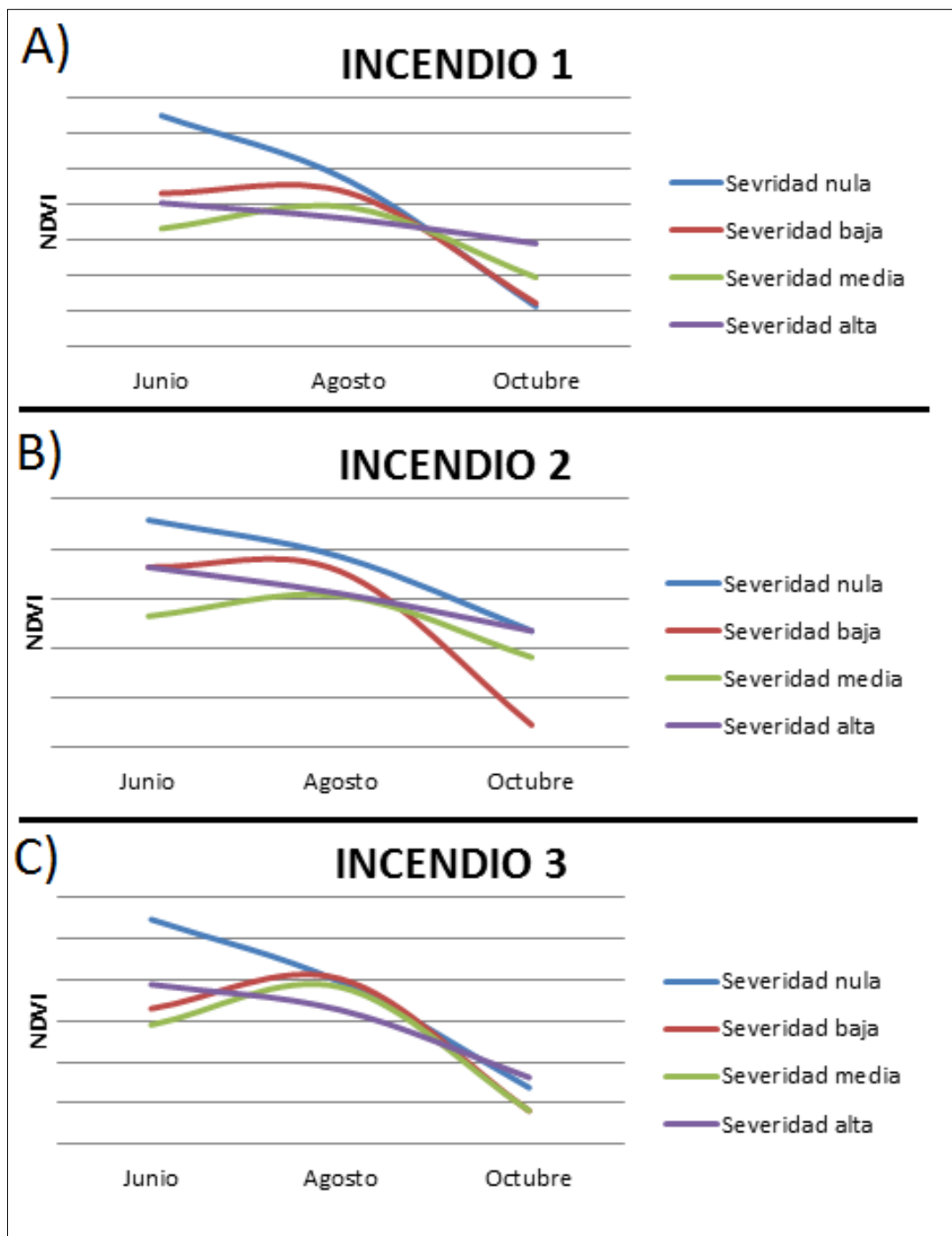


Figura 10. A) Valores de NDVI para el Incendio 1: B) Valores de NDVI para el Incendio 2: C) Valores de NDVI para el Incendio 3.

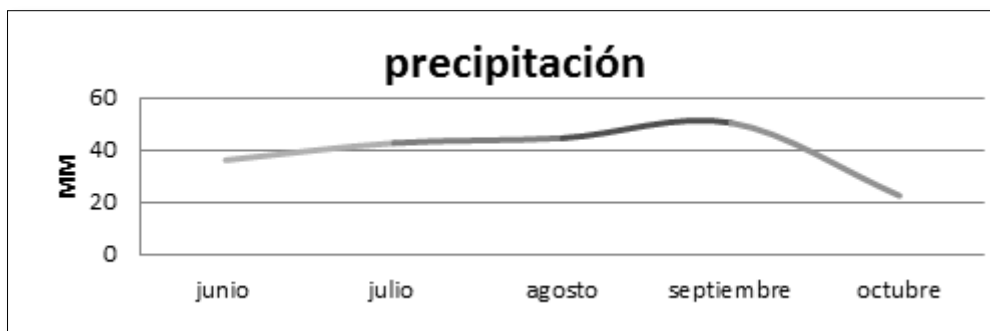


Figura 11. Precipitación mensual para el municipio de Ocampo, Coahuila. (Téllez, Hutchinson, Nix, & Jones, 2011)

CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología utilizada, se logró obtener la severidad de fuego para cada una de las áreas afectadas por el incendio ocurrido en el 2011 en el municipio de Ocampo, Coahuila, México. Los resultados muestran las zonas que fueron afectadas por distintas severidades de fuego, las cuales se clasificaron en cuatro categorías: nula, baja, media y alta. Además con la utilización de los valores de NDVI obtenidos para los meses de Agosto y Octubre del 2011 se obtuvo una evaluación de la recuperación de la vegetación post-incendio,

Por otra parte la vegetación localizada en el área de estudio mostró un incremento en los valores del NDVI justo después del incendio, con las primeras lluvias, pero esta pronta recuperación se ve afectada por la entrada de la estación de otoño, donde las precipitaciones son muy escasas. Este mismo comportamiento se pudo constatar en los tres incendios y en cada una de las categorías de severidad del fuego.

Queda patente que la metodología empleada y los resultados obtenidos, pueden servir como un instrumento de

gestión y valuación de los incendios forestales. Los cuales pueden servir para instrumentar medidas para la recuperación de la cubierta vegetal por parte de las dependencias de gobierno, facilitando que los recursos humanos y económicos se dirijan a las zonas donde la vegetación no se puede recuperar por si misma, requiriendo acciones de reforestación.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz-Delgado, R., & Pons, X. (2001). Spatial patterns of forest in Catalonia (NE of Spain) along the period 1975-1995. Analysis of vegetation recovery after fire. *Forest Ecology and Management*, 67-74.
- Franquis, F. (2003). Bosques para la captación y Retención de carbono. Mérida.
- Ruiz-Gallardo, J. R., Quintanilla, A., & Castaño, S. (2003). TELEDETECCIÓN Y SIG EN LA GESTIÓN POST-INCENDIO FORESTAL. EL CASO DE ALMANSA (ALBACETE). *Instituto de Desarrollo Regional. Universidad de Castilla-La Mancha.*, 183-186.
- Castillo, M. (s/f). Incendios Forestales y Medio Ambiente: una

- SíntesisGlobal. *Facultad de Ciencias Forestales Universidad de Chile*, 1-9.
- Franquis, F. (2003). Bosques para la captación y Retención de carbono. Mérida.
- García-Piñon, F., Sanfeliu, T., Meseguer, S., & Jordan, M. (2009). la regeneracion vegetal y paisajística en suelos degradados por vertidos de residuos.
- Husson, A. (1983). Télédétection des incendies de forêt en Corse entre 1973 et 1980. *Méditerranée Teledetection*, 53-59.
- Martínez, R., & Rodríguez, D. A. (s.f.). Los Incendios Forestales en México y América Central. *Memorias del Segundo Simposio Internacional Sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una Visión Global*, 767- 779.
- Montorio, R., Perez-cabello, F., García-Martin, A., & de la Riva, J. (2007). Estudio de los procesos de regeneración vegetal postincendio en parcelas experimentales mediante radiometría de campo.
- Pagiola, s., Landell - Mills, N., & Bishop, J. (2002). Mechanisms for Forest Conservation and Development. *Word Bank Institute. New York: Earthscan Publications Ltd.*
- Peres-Cabello, F., & Ibarra, P. (2004). Proceso de regeneración vegetal en comunidades incendiadas (Prepirineo oscense). *Geografia Fisica de Aragon.* , 153-162.
- Pérez, F., de la Riva, J., Montorio, R., & García, A. (2004). LA VARIABILIDAD ESPACIAL DE LA REGENERACIÓN VEGETAL TRAS EL FUEGO: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA PARA LA CARTOGRAFÍA DE ZONAS SUSCEPTIBLES A LA EROSIÓN MEDIANTE SIG Y TELEDETECCIÓN. *Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.*, 0- 7.
- Ruiz-Gallardo, J. R., Castaño, S., & Valdés, A. (2005). Teledetección y severidad del fuego. *XI Congreso Nacional de Teledetección*, 133-136.
- Téllez, O., Hutchinson, M., Nix, H., & Jones, P. (2011). Cambio Climático: aproximaciones para el estudio de su efecto sobre la biodiversidad. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 15-18.
- Vega, J. A., Alonso, M., Fontúrbel, M. T., Pérez-Gorostiaga, P., cuiñas, P., & Fernández, C. (2002). EFECTOS INMEDIATOS DE LA SEVERIDAD DEL FUEGO SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UN SUELO DE Pinus pinaster. *Centro de Investigaciones Forestales de Lourizán.*, 127.
- White, J., Ryan, K., Key, C., & Running, S. (2005). Remote Sensing of Forest Fire Severity and Vegetation Recovery. *XI Congreso Nacional de Teledeteccion*, 133-136.

