



¿Cuán grande es un incendio en las sabanas del norte de Suramérica?

How Big is a Fire in Northern South American Savannas?

Xavier Corredor Llano

Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
xcorredor1@unal.edu.co

DOI: <http://doi.org/10.45359/prne.16-31.2>

Dolors Armenteras Pascual

Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
darmenterasp@unal.edu.co

Luis Fernando Niño

Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
lfininov@unal.edu.co

Recibido: 03/08/2017 ● Aceptado: 03/11/2017 ● Publicado: 30/06/2018

Resumen

Conocer la extensión de las áreas quemadas en el trópico es de vital importancia por las implicaciones que tiene en términos de impactos ambientales. La Orinoquía colombiana es una región que todos los años es afectada por una época de quemaduras y donde se presentan condiciones para el desarrollo natural de incendios de tamaño considerable. El objetivo de este estudio fue determinar, a partir de qué tamaño se considera un incendio grande y cuáles son las características de estos en el área de estudio. Para ello se desarrolló y aplicó una metodología con información de imágenes satelitales derivadas de MODIS, a partir de las

cuales se analizaron e identificaron las huellas quemadas y se usaron los datos históricos disponibles. El umbral a partir del cual se consideró una huella quemada como un “gran incendio” (≥ 214 ha) se determinó adaptando la metodología de Pareto 80-20 aplicada a la serie de tiempo disponible y a las condiciones particulares de la región de análisis. A partir de la identificación de las mayores huellas quemadas ocurridas entre los años 2000 y 2014, se realizaron análisis para establecer la temporalidad. Los resultados muestran que los grandes incendios duran alrededor de tres días con unas dimensiones de 625 hectáreas en promedio. Los más grandes se presentaron en regiones con mayor ocurrencia de incendios a lo largo de los años, particularmente, en

zonas con características de topografía plana y cobertura vegetal muy propensa a la quema.

Palabras claves: Orinoquía, Colombia, grandes incendios, imágenes satelitales

Abstract

Knowing the extent of burned areas in the tropics is vital due to their environmental impacts. The Colombian Orinoquía region is affected by a burning season every year and presents natural conditions for the development of considerable size fires. The goal of this study was to determine what size a fire needs to be in order to be considered large, as well as the characteristics of these fires in the study area. For such purpose, a methodology was developed and applied based on MODIS satellite images, which were used to analyze and identify burned

footprints using available historical data. The threshold used to consider a burned footprint as a “large fire” (≥ 214 ha) was determined by adapting Pareto’s 80-20 principle applied to the time series available and the particular conditions of the study region. Further analysis was conducted to establish temporality of burned areas by identifying the large burned areas between 2000 and 2014. Results show that large fires last approximately three days and cover an average of approximately 625 hectares. The largest fires occurred in regions with the highest occurrence of fires over the years, specifically, in areas with flat topography and vegetation cover prone to burning.

Keywords: Orinoquía, Colombia, large fires, satellite images

Introducción

Para muchos ecosistemas, los incendios son parte de su dinámica natural. Afectan procesos ecológicos como el ciclo de carbono, la regeneración y la descomposición biológica. Están dentro de los ciclos naturales de la tierra, como procesos perturbadores y recicladores de un ambiente o ecosistema, que no solo afecta la estructura y la composición, sino el funcionamiento de la vegetación y el suelo ([Cochrane, 2009](#)). Sin embargo, se considera que, desde hace 20.000 años ([Brown y Smith, 2000](#)), los mayores causantes de los incendios de la vegetación han sido los factores antrópicos, los cuales se convierten en un problema ambiental cuando su recurrencia supera el límite de la capacidad de resistencia de los ecosistemas y altera, de manera irreversible, muchos de los procesos naturales.

Según Malamud ([1998](#)), la ocurrencia de los incendios forestales respecto a su área quemada presenta un comportamiento de ley de potencias. Esta ley es el resultado de lo que se denomina la autoorganización o patrones emergentes ocurrentes en procesos complejos en los que los agentes interactúan en un entorno de incertidumbres. Los incendios pueden considerarse un caso típico, ya que en el fenómeno de la combustión y dispersión actúan muchos agentes y

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

variables que afectan su comportamiento y estado, donde los grandes incendios, aunque poco frecuentes, son los causantes de una gran área quemada.

El aumento general de la frecuencia y ocurrencia de incendios junto con actividades y fenómenos tales como el cambio de la cobertura vegetal, la deforestación, la variabilidad climática y el cambio climático, así como actividades humanas ([Aldersley et al. 2011](#); [Liu et al., 2009](#)) crean un ambiente propicio para que se generen con mayor frecuencia y mayor magnitud grandes incendios ([Riaño et al., 2007](#)). Los incendios grandes tienen características particulares de espacio, tiempo e intensidad que generan un fuerte impacto al ecosistema y al medio ambiente, y hacen que estos eventos sean más llamativos para su modelación y estudio.

La forma para determinar o catalogar un incendio como “incendio grande”, no es ni sencilla, ni se tiene un procedimiento claro, además de ser relativa y depender de factores locales. Un ejemplo claro de ello es que, según Gill y Allan ([2008](#)), para Australia, son conocidos los llamados incendios “gigantes” con un área de 10^6 (un millón) de hectáreas o más; mientras que, por otro lado, según Ganteaume y Jappiot ([2013](#)), para el sur de Francia se catalogan los “grandes” incendios como aquellos mayores a 100 hectáreas. Ambos casos, con respecto a Colombia, presentan condiciones topográficas, climáticas y de vegetación muy variada, lo que hace que esta frontera de clasificación sea muy particular para cada región, y específica para el tipo de cobertura, tamaño del país y hasta para posibles razones políticas y gubernamentales.

En Colombia, la región de la Orinoquía es donde se presentan recurrentemente los incendios más grandes y con mayor área quemada afectada en el país ([Armenteras et al, 2011](#)). Los incendios suelen ocurrir de forma intra-anual en la temporada seca, fenómeno que es fuertemente marcado en esta región, comprendido entre diciembre y marzo. Existe también una alta variabilidad interanual relacionada con la variabilidad climática y la ocurrencia de fenómenos como el ENSO ([Armenteras et al, 2011](#)), lo que genera que la intensidad de las huellas quemadas presente una fuerte tendencia de distribución unimodal en el año, correlacionada con estos fenómenos.

En términos generales, la Orinoquía colombiana presenta un tipo de coberturas de vegetación herbácea tipo sabana más propensas a la quema, con topografía principalmente plana, suelos poco fértiles y altas temperaturas. Además, estos ecosistemas de sabanas de la Orinoquia se encuentran expuestos en todas

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

las direcciones, por lo que generan un clima muy particular definido por los vientos, las lluvias y el régimen térmico elevado ([Correa, Ruiz y Arévalo, 2006](#)). A pesar de que ya se conoce la extensión promedio afectada por quemas en la región ([Armenteras et al, 2011](#)), la variabilidad en los tamaños de sus fragmentos es muy grande.

Para priorizar acciones de prevención, conocer el comportamiento de los incendios de mayor extensión puede aportar un primer paso para minimizar el riesgo de ocurrencia de grandes incendios en la región. Por tanto, el objetivo de este estudio fue establecer el tamaño de los grandes fuegos en la Orinoquia de Colombia e identificar las propiedades predominantes en términos de ocurrencia y duración.

Metodología

Área de estudio

La Orinoquia colombiana, el área de estudio, es parte de la cuenca del Orinoco, una cuenca binacional compartida por Venezuela (65%) y Colombia (35%), con un área de 981.446 km². Limita al norte con el Estado Apure en la frontera con Venezuela, al sur con el Amazonas, al oeste con los Andes, y al este con el río Orinoco.

Identificación de las huellas quemadas

Para la caracterización de los grandes incendios en la Orinoquia colombiana, lo que primero se realizó fue la detección de las grandes huellas quemadas históricas ocurridas en la zona desde el año 2000 al 2014, usando información satelital disponible. Se utilizó el producto mensual MCD45 Burned Area ([Roy y Boschetti, 2008](#)) durante el periodo 2000 al 2014, con una resolución del píxel de 500m por 500m. El MCD45 usa los datos diarios de MODIS, lo cual hace que cada archivo tenga el acumulado diario de los eventos de los píxeles quemados acumulados durante todo el mes correspondiente. Los valores numéricos que contienen las imágenes MCD45 Burned Area van del 1 al 5, donde 1 es mayor confianza, 4 la menor confianza de ser un área quemada, y el valor del píxel 5 corresponde a áreas quemadas de zonas agrícolas.

Los siguientes fueron los procedimientos realizados para la identificación de las huellas quemadas históricas en el periodo 2000-2014 ocurridos únicamente en la Orinoquia colombiana:

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



- Se seleccionaron los primeros cuatro valores de píxeles (del 1 al 4) dejando por fuera el 5, por corresponder a áreas quemadas de zonas agrícolas, ya que estas se realizan a propósito y de manera controlada, y no presentan información para Colombia.
- Cada imagen fue procesada con Fragstats ([McGarical y Marks, 1994](#)) con las métricas de parches para la detección de la huella quemada por agrupamiento de píxeles con el uso de la regla de ocho celdas vecinas, esto es, una celda quemada pertenece al mismo grupo (huella quemada) de una o más de las ocho celdas vecinas de su alrededor para el mes respectivo ([ver figura 1](#)).

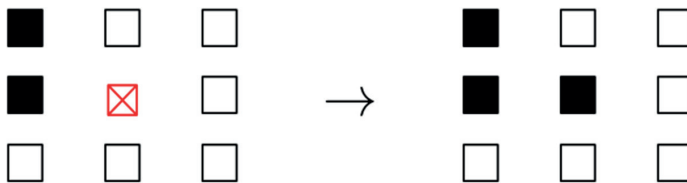


Figura 1. Agrupamiento de píxeles por vecindad.

Nota: Del anterior producto se extrajo la información de las huellas quemadas con la fecha y su área correspondiente. Se combinaron todos los resultados de cada mes para analizar todas las huellas quemadas en el periodo procesado ocurridas en la Orinoquía colombiana.

Identificación y selección de las grandes huellas quemadas

Una vez identificadas las huellas o parches quemados, se procedió a analizar la serie de datos y su comportamiento para identificar el umbral de tamaño a partir del cual definir lo que corresponde a los incendios grandes o las grandes huellas quemadas y lo que no corresponde. Para esto, se usó como base el criterio de Malamud ([1998](#)), de acuerdo con el cual los incendios forestales presentan un comportamiento espacial según la ley de potencia, donde el tamaño de la huella quemada y sus frecuencias de ocurrencia no presentan una distribución normal, la cual está centrada en un valor central. En este caso, por el contrario, se presenta una distribución sesgada hacia valores extremos, lo que también se llama como de “cola gruesa”, en la que la probabilidad de ocurrencia de pequeños eventos es alta, mientras que la probabilidad de ocurrencia de grandes eventos es baja.

Para poder observar la diferencia entre estas dos distribuciones, se utiliza el histograma de frecuencias, donde es posible diferenciar en la gráfica log-log

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

que la distribución de ley de potencia se convierte en una línea recta con pendiente negativa (ver figura 2), una de las propiedades más características de esta distribución (Newman, 2005).

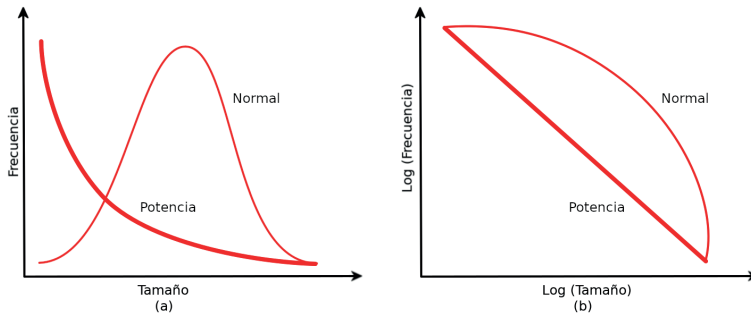


Figura 2. (a) Histograma de frecuencia de una distribución normal y una de ley de potencia (en negrilla). (b) Las mismas distribuciones aplicando logaritmos en ambos ejes.

Nota: Elaboración propia adaptada de Newman, 2005

Las distribuciones de ley de potencias siguen la siguiente función de probabilidad acumulada:

$$P(x) = Cx^{-\alpha}$$

donde $P(x)$ es la probabilidad de presentarse un evento de tamaño x o mayor, C es una constante de normalización y α es el exponente de escalamiento, así como la pendiente de la recta de la gráfica log-log que representa a la distribución. Con base en Newman (2005), el cálculo de α es el siguiente:

$$\alpha = 1 + n \left[\sum_{i=1}^n \ln \frac{x_i}{x_{min}} \right]^{-1}$$

La constante α muestra las características propias de la ley de potencias de la serie; un valor adecuado describe, entre otras cosas, si la serie se comporta como ley de potencias o no. La regla de Pareto o regla 80/20 es una propiedad interesante para las distribuciones de ley de potencias, la cual describe que solo el 20% de los eventos genera el 80% de los efectos producto de los eventos;

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



en otras palabras, solo unos eventos fuertemente marcados en la cola generan la gran mayoría de los sucesos.

En el presente estudio, se aplica la ley de potencia a la serie de las huellas quemadas únicas detectadas para todo el periodo analizado, con el fin de encontrar el umbral particular de la serie, para hallar el límite del tamaño de la huella quemada, en el cual se pueden clasificar las que son y las que no son grandes huellas quemadas. Lo anterior se hace suponiendo la siguiente hipótesis, con base en la regla 80/20:

«El 80% del área quemada es generado por el 20% de los incendios»

Es decir, los incendios (ordenados de mayor a menor, según sus dimensiones) que generan el 80% del área quemada (que deben tener un valor cercano al 20%) son los grandes incendios particulares para esa región.

Ocurrencia de las grandes huellas quemadas sobre la Orinoquía

Una medida de interés para detectar las características geospaciales del comportamiento de los grandes incendios sobre una región, asociados a los regímenes de fuegos, es la frecuencia/repetición con que estos ocurren sobre un área específica a lo largo de los años. Para ello se calculó la ocurrencia de las grandes huellas quemadas pixel por pixel, y se analizó cuándo los eventos se solapaban entre sí, a lo largo del periodo analizado.

Detección de incendios sobre la huella quemada

En principio se esperaría que las huellas detectadas fueran una representación única de un incendio, es decir, que una huella quemada hubiera sido el producto de la dispersión de un único punto de ignición y, por lo tanto, de un incendio. Sin embargo, en muchas ocasiones sucede que las huellas pueden presentar diferentes orígenes en el transcurso de un mes. En estos casos, las huellas quemadas son el producto de uno, dos o más puntos de ignición ocurridos en distintos lugares que, por las condiciones y los fenómenos, hacen que en algún frente del incendio se junten y formen una misma huella quemada. El producto MCD45 registra la fecha en la cual el pixel se detectó como quemado y, con ello, es posible realizar la trazabilidad de la huella quemada a través del tiempo. Se desarrolló y aplicó un algoritmo para detectar los incendios que conforman cada una de las huellas quemadas identificadas con anterioridad.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

El proceso general fue el siguiente:

1. Procesar pixel a pixel, etiquetar los pixeles con valores como «sin procesar», los pixeles sin valores son ignorados en todo el proceso. Iniciar con el grupo de incendio número 1.
2. Etiquetar el primer pixel encontrado «sin procesar» con el número del grupo actual de incendio.
3. Pasar por todos los pixeles «sin procesar», revisar si alguno de los 8 vecinos pertenece a algún grupo; si es así, comparar las fechas para ver si está dentro del rango de latencia de no más de 3 días de diferencia, y, en tal caso, etiquetarlo con el mismo grupo que este.
4. Repetir (3) hasta que se etiqueten todos los pixeles (terminar si esto ocurre) o haya pixeles sin poderse etiquetar, es decir, que en una pasada completa de todos los pixeles del paso (3), permanecen pixeles «sin procesar» y no se pudo etiquetar ninguno.
5. Aumentar el identificador del grupo de incendio y repetir (2).

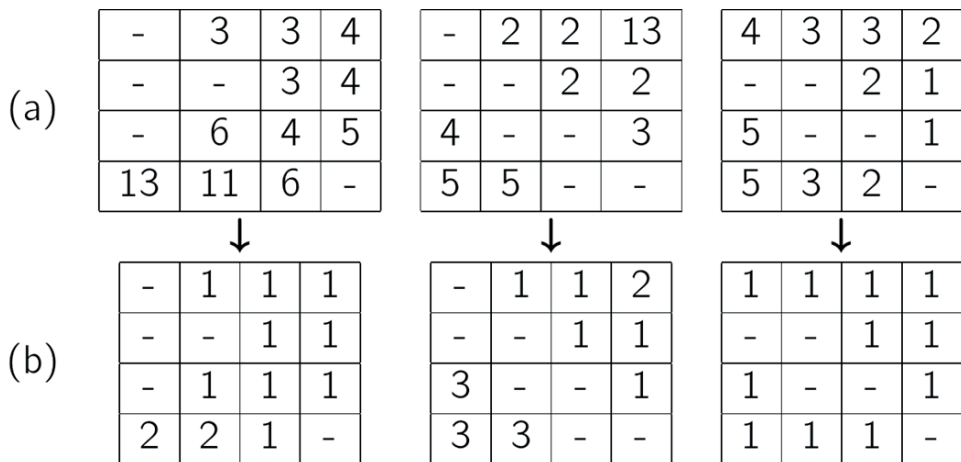


Figura 3. Tres casos de ejemplo de la detección de incendios únicos sobre distintas huellas quemadas. En (a) está el segundo producto de MCD45 (burn date) con la fecha en la cual el pixel se detectó como quemado, en (b) los grupos luego de aplicar el algoritmo.

Nota: Elaboración propia.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Resultados

Se identificaron más de 19 mil huellas quemadas en el periodo 2000-2014. La gran mayoría (98%) son huellas quemadas del tamaño de un píxel equivalente a un área de 23.74 hectáreas, hasta grandes huellas quemadas de algunos cientos de píxeles (con la mayor área quemada de 88048 ha). Las huellas quemadas menores a un tamaño de 2000 hectáreas representan el 98.4% del total y, a su vez, generan solo el 67.42% de un área quemada. Por otro lado, los incendios mayores a 2000 hectáreas solo representan el 1.6%, pero generan el 32.57% del área quemada (ver figura 4). La forma del histograma de frecuencias (ver figura 4) presenta una distribución sesgada hacia valores extremos (cola gruesa) típica de una distribución de ley de potencia.

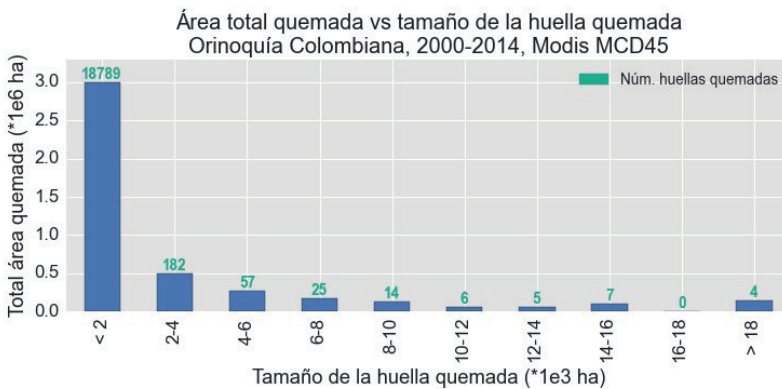


Figura 4. Histograma de frecuencia entre la cantidad total del área quemada vs. El tamaño de la huella quemada, con su respectiva cantidad de eventos.

Nota: Elaboración propia.

La identificación y selección de las grandes huellas quemadas se realizó con base en el histograma de frecuencia entre la cantidad total del área quemada vs. tamaño de la huella quemada (ver figura 4), la gráfica log-log de las huellas quemadas (ver figura 5).

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

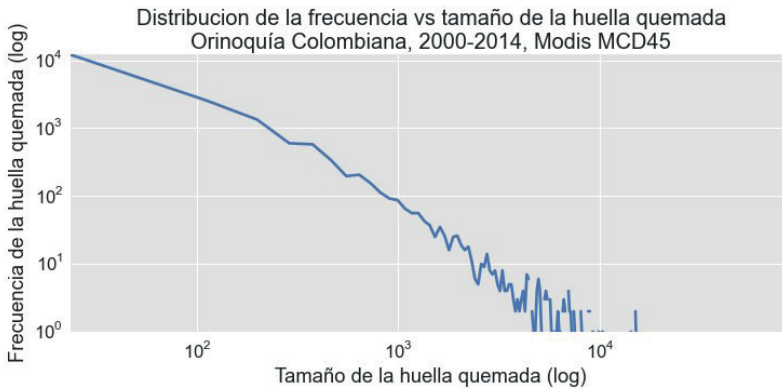


Figura 5. Histograma de frecuencia log-log de las huellas quemadas.

Nota: Elaboración propia

El exponente de escalamiento o la pendiente de la recta (la constante α) tuvo el valor 1.87. Para este caso, la serie corresponde a huellas quemadas provenientes de un espacio dimensional de 2, el valor de α no debe ser superior a 2, ni inferior a 1; el valor calculado 1.87 es un valor muy válido para una ley de potencia de este tipo.

Se usó la ley de Pareto con el objetivo de establecer un umbral para clasificar y seleccionar los «grandes incendios». Para ello se tomaron las huellas más grandes que generaron el 80% del área quemada, y se observó el porcentaje que representaba. El área total de las huellas quemadas es de 4'446.424 ha, así el 80% es 3'557.303 ha; luego se calculó, de la huella quemada más grande a la más pequeña, cuántos de estos sumaban el 80% de la huella quemada total, lo cual dio como resultado 4134 de huellas quemadas, de un total de 19089, que generaban el 80% del área quemada. El porcentaje de estos eventos (4134 de 19089) es de 21.6% de las huellas quemadas y, con base en esto, se puede enunciar que en la Orinoquía colombiana:

«El 80% del área quemada fue generada por el 21.6% de los incendios»

Este 21.6% que son los eventos más representativos respecto al área quemada total, a la vez, son los eventos más grandes. El área más pequeña de estos incendios es de 214 ha con un número de 9 píxeles, y la más grande de 88048 ha con 3708 píxeles. En este sentido, y usando esta metodología de Pareto 80/20, se define el umbral a partir del cual las «grandes huellas quemadas» producto de grandes incendios, particulares a la región de estudio, son aquellas que tienen un área mayor a 214 ha o 2.14 km².

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



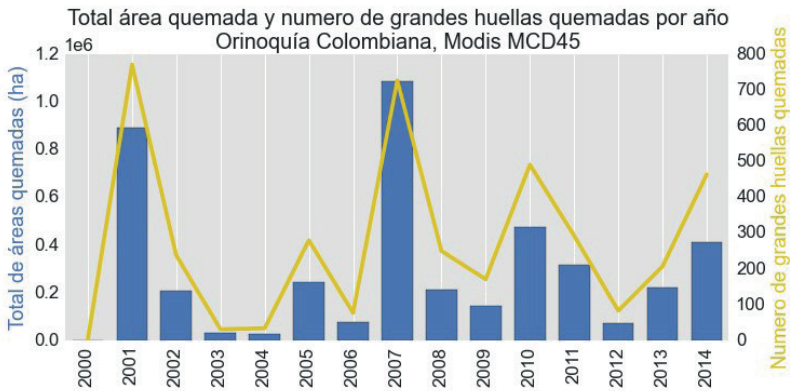


Figura 6. Total de área quemada y las grandes huellas quemadas.

Nota: Elaboración propia.

Como es de esperarse, existe una fuerte correlación entre el número de grandes huellas quemadas y el área quemada por año (ver figura 6).

Una vez identificadas las grandes huellas quemadas, se analizaron algunas características de su persistencia y ubicación geoespacial sobre el área de estudio, lo cual mostró los sectores que tienen pixeles más frecuentemente quemados producidos por las grandes huellas identificadas a lo largo de los 14 años (ver figura 7). Las regiones más relevantes están en la parte norte del Departamento del Vichada y la parte oriental del Departamento de Arauca con límites con el Vichada. Por otro lado, se observa que casi no existe ningún evento de grandes huellas quemadas para áreas cercanas a la región natural del Amazonas y también cercanas a la región del Pie de Monte, en límites con la región Andina.

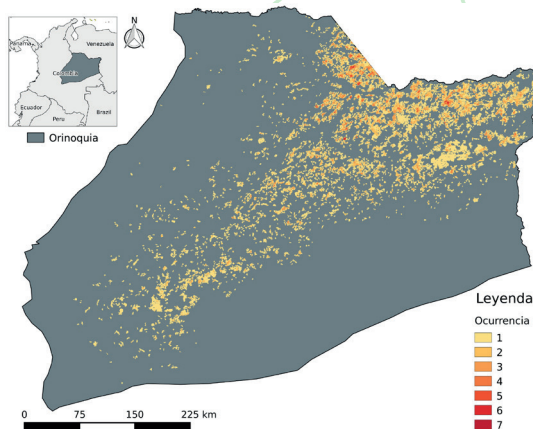


Figura 7. Ocurrencia de eventos pixel a pixel de las grandes huellas quemadas, periodo 2000-2014.

Nota: Elaboración propia.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



El agrupamiento de las huellas más grandes se realizó de la siguiente manera: el top 0-100, el top 100-500, el top 500-1000 y menores, ocurridos en el periodo 2000-2014 con el objetivo de identificar dónde se localizan las huellas quemadas más grandes en la Orinoquía ([ver figura 8](#)).

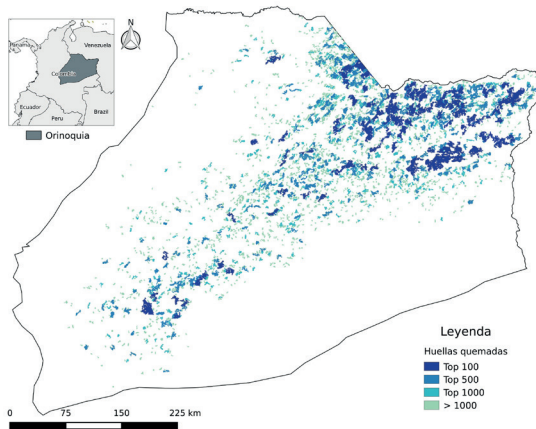


Figura 8. Localización de las grandes huellas quemadas agrupadas por tamaño, periodo 2000-2014. Nota: Elaboración propia.

Hasta aquí se han analizado las grandes huellas únicas detectadas; pero, ¿cuántos incendios conforman una huella quemada? Para ello, se aplicó el algoritmo para detectar incendios sobre cada una de las grandes huellas quemadas detectadas (4134 de 19089), donde se encontró que, en su gran mayoría, las huellas quemadas fueron originadas por un único incendio ([ver figura 9](#)). Más de 6 incendios para una misma huella quemada se pueden considerar como casos especiales o atípicos.

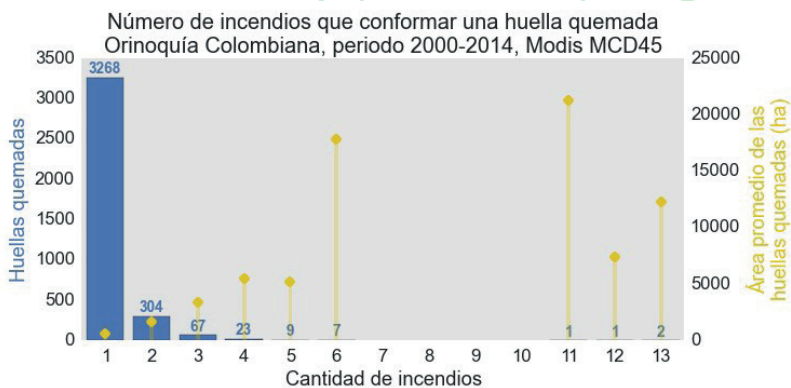


Figura 9. Número de incendios que generan una huella quemada y el área promedio de las huellas quemadas. Nota: Elaboración propia.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Respecto a la duración que han tenido los grandes incendios en la Orinoquía colombiana, en términos generales, son directamente proporcionales al área quemada, pero inversamente a su frecuencia. Se puede observar que el 91.8% de los grandes incendios dura entre 1 y 5 días (con la mayor frecuencia para 3 días de duración) con un área de 625 hectáreas en promedio, y 33.7% del total tiene una duración de 3 días ([ver figura 10](#)). Los incendios mayores a 1000 hectáreas en promedio duran entre 6 y 11 días, pero solo representan el 8.2% del total de los grandes incendios; estos incendios se podrían llamar incendios gigantes, los cuales ocurren muy ocasionalmente, pero generan un área quemada muy grande.

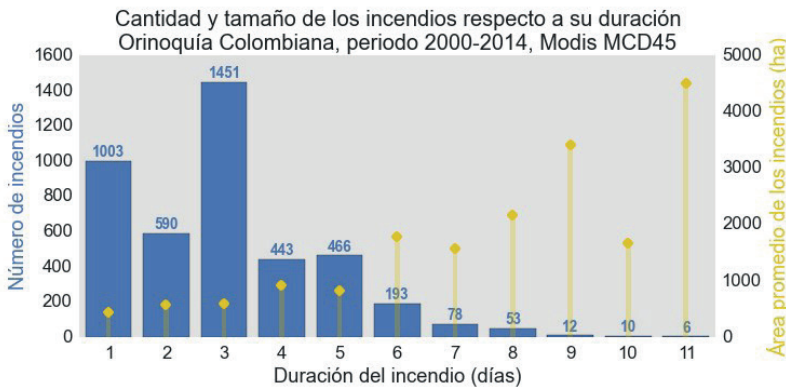


Figura 10. Relación de la cantidad y tamaño de la huella quemada de los grandes incendios únicos respecto a los días de duración.

Nota: Elaboración propia.

Discusión

Tal como lo describe Malamud (1998), la Orinoquía colombiana presenta una distribución de ley de potencia de la frecuencia respecto al área de la huella quemada, donde la probabilidad de ocurrencia de pequeños incendios es muy alta, mientras que la probabilidad de ocurrencia de grandes incendios es baja.

La regla de Pareto 80/20 es una herramienta muy interesante utilizada en este estudio para detectar el umbral límite del tamaño de la huella quemada; con la que se pudo determinar, a partir de qué dimensión un incendio es un “gran incendio”, un elemento no definido completamente en el estado del arte. Usando esta metodología para la Orinoquía colombiana y con los datos analizados, se determinó que, a partir de 214 hectáreas un incendio es considerado un “gran

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?

Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

incendio”. Resultado muy acorde al área de estudio, ya que esta metodología es sensible a las características propias de la serie de tiempo, y se adapta muy bien a las condiciones particulares de la región de análisis.

Las grandes huellas quemadas detectadas en la Orinoquía, en su gran mayoría, son el producto de un solo incendio y cerca del 92% de los grandes incendios tienen una duración entre 1 a 5 días con un área entre 500 y 1000 de hectáreas en promedio. Además, las gigantes huellas quemadas sucedían en regiones con mayor número de ocurrencia de incendios a lo largo de los años, zonas que se caracterizan por ser principalmente planas tipo sabana, con pastos como cobertura predominante y con baja densidad poblacional.

Tal como lo mostraron algunos estudios previos sobre los incendios en general ([Lasso et al., 2010](#); [Pabón Caicedo, 2011](#)), los grandes incendios en la Orinoquía colombiana también muestran una fuerte tendencia mono-modal en el año, muy fuertemente influenciados por las temporadas de lluvias y sequías en esa región. Además, el comportamiento multianual de los incendios muestra también una fuerte dependencia a fenómenos de variabilidad climática, tales como El Niño/La Niña.

Los datos de MODIS de áreas quemadas (MCD45) son de mucha utilidad y presentan muy buena información histórica y una buena resolución temporal; sin embargo, tienen una limitante en su resolución espacial, debido al tamaño del pixel que restringe estudios de eventos y fenómenos espacialmente pequeños; contrariamente, son muy adecuados para estudios de eventos relativamente grandes como el realizado en este trabajo.

La Orinoquía colombiana presenta unas condiciones climáticas, de cobertura vegetal y topográficas propicias para el desarrollo natural de grandes incendios; este trabajo aporta datos muy importantes como base para posteriores estudios que actualmente el grupo está desarrollando; relacionados con la dispersión, degradación y barreras naturales sobre sabanas y vegetación anexa.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

Referencias

- Aldersley, A., Murray, S. J., & Cornell, S. E. (2011). Global and regional analysis of climate and human drivers of wildfire. *Science of the Total Environment*, 409(18), 3472–3481. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.05.032>
- Armenteras-Pascual, D., Retana-Alumbreros, J., Molowny-Horas, R., Roman-Cuesta, R. M., González-Alonso, F., & Morales-Rivas, M. (2011). Characterising fire spatial pattern interactions with climate and vegetation in Colombia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(3), 279–289.
- Brown, J. K., & Smith, J. K. (2000). Wildland fire in ecosystems: effects of fire on flora. *The Rainbow Series* (Vol. 42). Retrieved from <http://www.treesearch.fs.fed.us/pubs/4554/>
- Cochrane, M. A., & Ryan, K. C. (2009). Fire and fire ecology: Concepts and principles. *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*, 25–62. http://doi.org/10.1007/978-3-540-77381-8_2
- Correa, H. D, Ruiz, S. L. y Arévalo, L. M. (Eds.). (2006). Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia 2005-2015: Propuesta técnica. Bogotá D.C: Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte Verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF - Colombia, GTZ.
- Ganteaume, A., & Jappiot, M. (2013). What causes large fires in Southern France. *Forest Ecology and Management*, 294, 76–85. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.06.055>
- Gill, A. M., & Allan, G. (2008). Large fires, fire effects and the fire-regime concept. *International Journal of Wildland Fire*, 17(6), 688–695.
- Lasso, C., Usma, J., Trujillo, F., & Rial, B. (2010). Biodiversidad de la cuenca del Orinoco: Bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Bogotá, D. C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquia (Universidad Nacional de Colombia).
- Liu, Y., Stanturf, J., & Goodrick, S. (2009). Trends in global wildfire potential

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.

in a changing climate. *Forest Ecology and Management*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.002>

Malamud, B. D. (1998). *Forest Fires: An Example of Self-Organized Critical Behavior*. Science.

McGarical, K., & Marks, B. J. (1994). *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*. General Technical Report PNW-GTR-351. US ..., 97331(503), 134.

Newman, M. (2005). *Power laws, Pareto distributions and Zipf's law*. *Contemporary Physics*. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/00107510500052444>

Pabón-Caicedo, J. D. (2011). *Los incendios de la cobertura vegetal en Colombia y su relación con la variabilidad climática y con el cambio climático*. *Incendios de La Cobertura Vegetal en Colombia*, 145-165.

Riaño, D., Moreno Ruiz, J. A., Isidoro, D., & Ustin, S. L. (2007, January). *Global spatial patterns and temporal trends of burned area between 1981 and 2000 using NOAA-NASA Pathfinder*. *Global Change Biology*. Blackwell Publishing Ltd. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01268.x>

Roy, D., & Boschetti, L. (2008). *MODIS Collection 5 Burned Area Product MCD45*. User Guide, Version 1. (September), 1-12.

¿Cuán grande es un gran incendio en las sabanas del norte de Suramérica?
Xavier Corredor Llano, Dolors Armenteras Pascual, Luis Fernando Niño



Revista Perspectivas Rurales by Universidad Nacional is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

Creado a partir de la obra en <http://revistas.una.ac.cr/index.php/perspectivasrurales>.