



Convenio de Colaboración UNA – TROCAIRE

Cartografía de áreas quemadas y su afectación en la cobertura vegetal en el municipio de Somoto, período de marzo a abril 2020



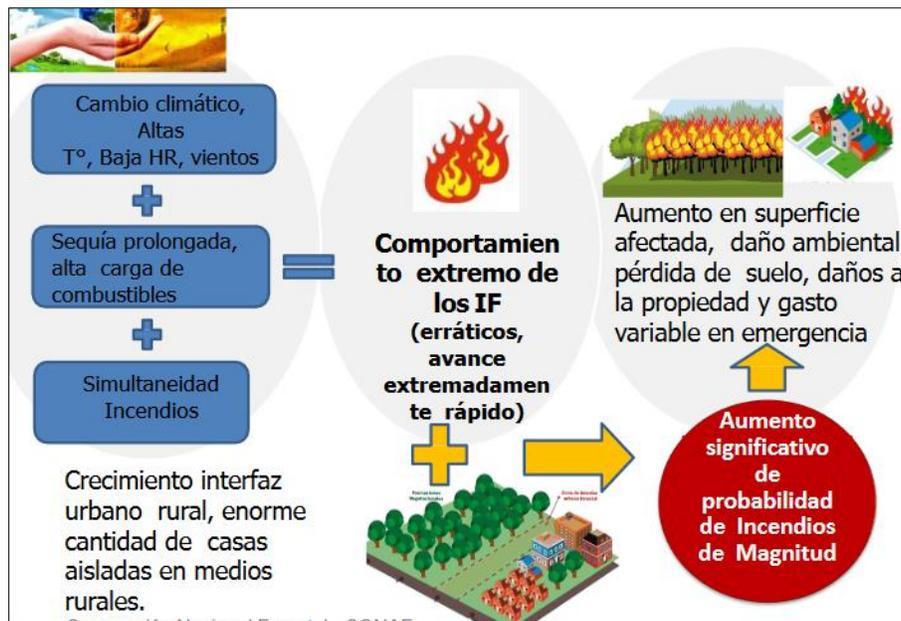
Elaborado por: **Ing. Luis Tercero Montenegro**

Colaboración de: **César Aguirre Jiménez**

Managua, diciembre 2020

I. INTRODUCCIÓN

Los efectos de los incendios forestales sobre los ecosistemas terrestres y marinos, las características del suelo, las emisiones de gases a la atmósfera por la quema de biomasa que contribuyen al calentamiento global, así como la salud humana, entre otros, han sido objeto de estudio y su importancia está ampliamente reconocida. La severidad del impacto de los incendios sobre el medio en el que ocurren depende principalmente de su comportamiento (velocidad de propagación, intensidad y tamaño); a su vez estas dependen de los factores atmosféricos, topográficos y los materiales combustibles.



Esquema de las causas del aumento del aumento de incendios de magnitud (CONAFOR)

Los incendios alteran la cubierta vegetal, reduciendo la clorofila y el contenido de humedad e incrementan la proporción de superficie de suelo descubierto, lo carbonizan y alteran su color y humedad. Estos efectos en la vegetación y el suelo producen cambios en los patrones de reflectividad, que pueden ser detectados mediante el análisis de imágenes de satélite, proporcionando una cobertura espacial y temporal suficientemente detallada, así como una información espectral que permite la separación de las áreas quemadas respecto a otros tipos de coberturas. Por esta razón, las tecnologías de información geoespaciales tales como los Sistemas de Información Geográfica y Teledetección se plantean como una alternativa muy consistente para cartografiar áreas quemadas.

El propósito del presente trabajo es cartografiar y estimar el área quemada causada por los incendios ocurridos el período de marzo a abril (21 y 26 de abril) del 2020 en el municipio de Somoto - Nicaragua, empleando una metodología basada en la reflectividad de las imágenes e índices espectrales del satélite Sentinel-2. Mediante la cartografía de áreas quemadas es posible la cuantificación del tipo de biomasa consumida y su localización geográfica. La cartografía de áreas quemadas se llevó a cabo por comunidades.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde al municipio de Somoto del departamento de Madriz, Nicaragua; se delimitaron las áreas que evidencian eventos de incendios ocurridos en el período comprendido entre los meses de marzo a abril del presente año 2020. El mes de abril es el que más presenta incidencia de incendios, observados en las imágenes de satélite.

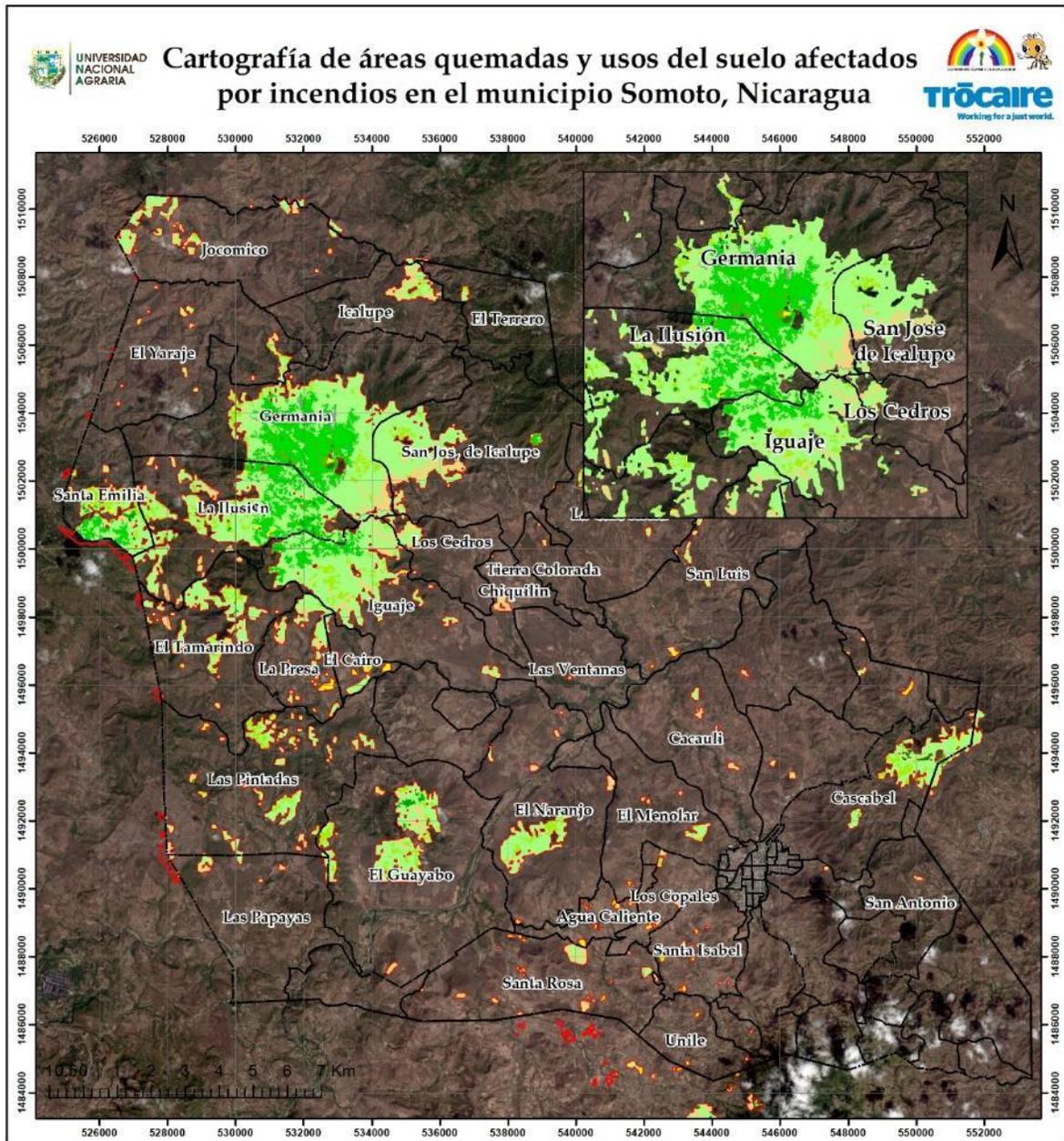


Figura 1. Área de análisis de las imágenes de satélites, municipio de Somoto de Nicaragua.

2.2. Fuente de los datos

La fuente principal de información utilizada está conformada por una serie temporal de 13 imágenes satelitales Sentinel-2 para el periodo establecido, suministradas por la Agencia Espacial Europea (ESA) a través de distintos portales. Las imágenes son muy útiles para el monitoreo de vegetación y superficies afectadas por incendios, debido a su resolución temporal (5 días), espectral (13 bandas) y espacial (10 m y 20 m). En la siguiente lista se detallan las imágenes de satélite utilizadas en la cartografía de áreas quemadas:

1. S2A MSIL1C 20200206T161431 N0209 R140 T16PEA 20200206T194628
2. S2A MSIL1C 20200206T161431 N0209 R140 T16PEV 20200206T194628
3. S2A MSIL2A 20200307T161111 N0214 R140 T16PEV 20200307T202723
4. S2B MSIL2A 20200329T155819 N0214 R097 T16PEV 20200329T202807
5. S2B MSIL1C 20200401T160829 N0209 R140 T16PEA 20200401T193225
6. S2B MSIL1C 20200401T160829 N0209 R140 T16PEV 20200401T193225
7. S2A MSIL1C 20200403T155901 N0209 R097 T16PEA 20200403T210658
8. S2A MSIL1C 20200403T155901 N0209 R097 T16PEV 20200403T210658
9. S2A MSIL1C 20200406T160901 N0209 R140 T16PEA 20200406T195135
10. S2B MSIL1C 20200421T160819 N0209 R140 T16PEA 20200421T193314
11. S2A MSIL1C 20200423T155911 N0209 R140 T16PEV 20200423T211435
12. S2A MSIL1C 20200426T160901 N0209 R140 T16PEA 20200426T195135
13. S2A MSIL1C 20200426T160901 N0209 R140 T16PEV 20200426T195135

La ventaja de su resolución espectral al adquirir información en 13 regiones del espectro electromagnético, es que para el análisis de incendios forestales ya finalizados, permite su detección, en vista que en el territorio se deja constancia de ello, pudiendo ser advertido a través del empleo de bandas del infrarrojo cercano (NIR, Banda 8) que generarán una gran absorción por pérdida de la estructura foliar de la vegetación; mientras que, la banda del infrarrojo de onda corta (SWIR, Banda 12) mostrará mayores valores de reflectividad en la zona afectada. Así mismo, el sensor brinda cobertura a todo el territorio nacional por su resolución temporal, obteniendo imágenes de un mismo sitio cada cinco días, lo que permite disponer de un conjunto de escenas multitemporales y poder establecer un monitoreo continuo a las áreas afectadas por incendios en un periodo establecido.

La Agencia Espacial Europea (ESA) ha puesto a disposición el acceso a imágenes Sentinel-2 a través de distintos portales. Las imágenes se descargaron desde el portal web de Copernicus (ESA: <https://www.copernicus.eu/es>).

2.3. Obtención de cartografías de áreas quemadas y usos afectados

La cartografía de área quemada en este trabajo se ha abordado siguiendo la propuesta del protocolo estándar establecido por el proyecto “ESA fire_cci” para crear y documentar las áreas quemadas (<http://www.esa-fire-cci.org/>), la cual se basa en el protocolo de CEOS-CalVal para la validación de los productos de área quemada (Boschetti et al., 2009).

La metodología empleada para obtener los polígonos de la superficie quemada se basó en la reflectividad de las imágenes y cálculos de índices espectrales sobre la imagen post incendio en las fechas 21 y 26 de abril. Para ello, se utilizaron diferentes técnicas considerando la facilidad para detectar o delimitar el área afectada según las condiciones de la imagen, entre las más utilizadas fueron: la digitalización directa en pantalla, teniendo como fondo la combinación de las bandas espectrales que permitieran la identificación clara del área afectada; de igual

forma, se realizaron cálculos de índices espectrales a través de ecuaciones matemáticas, y finalmente, se hicieron clasificaciones supervisadas y no supervisadas que permitieron obtener una cartografía de forma automática.

En el caso de las áreas compactas, se digitalizaron directamente en pantalla sobre imágenes del mes de abril clasificadas en falso color RGB (12, 8, 4). Bajo esta combinación de bandas, las áreas quemadas se aprecian de color magenta intenso a magenta oscuro.

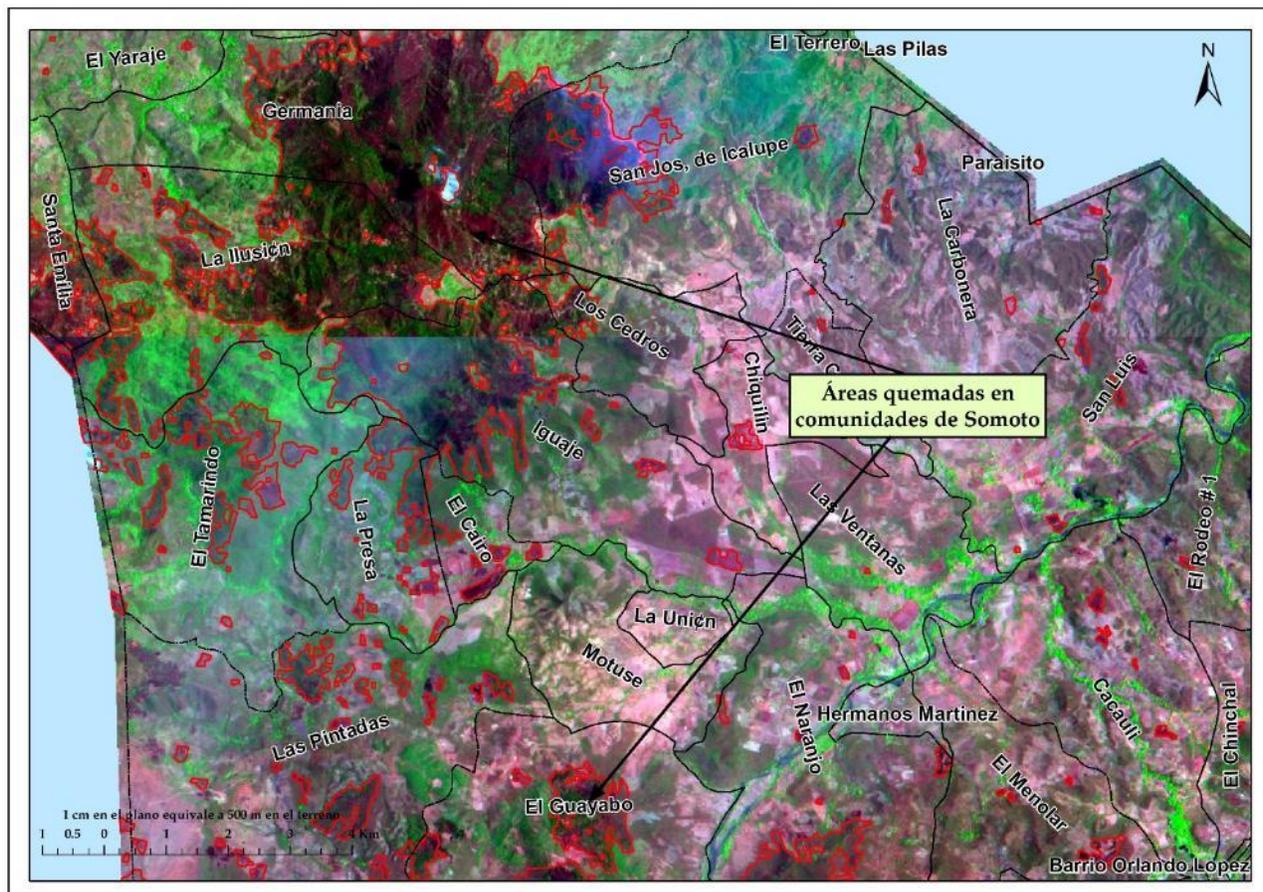


Figura 2. Incendios localizados en comunidades del municipio de Somoto. Imagen Sentinel-2 T16PEA y T16PEV del 06 – 26 de abril del 2020. RGB (12,8,4).

2.4. Validación de las áreas quemadas

Para validar las áreas quemadas cartografiadas en el municipio de Somoto se llevó a cabo la verificación de alteración en la vegetación de forma visual en los periodos de los meses (febrero a marzo, 2020) anteriores a la ocurrencia de los incendios a través de imágenes satelitales. Esta validación se realizó de forma visual detectando el cambio en las coberturas y que estas correspondían a las áreas quemadas, siguiendo un protocolo, donde se establece que otra persona que no ha realizado el cartografiado, sea quien haga la validación.

III. RESULTADOS

Durante el período de abril del 2020 se logró cartografiar superficies quemadas por incendios un total de 5,389.27 hectáreas, localizados en el municipio de Somoto en la región central norte de Nicaragua (Figura 4, 5, 6, 7 y 8); de éstas el 60.11% (33.47 ha) del área de Bosque de conífera denso y 45.67% (767.73 ha) del área de Bosque de conífera ralo fueron afectadas por incendios en el municipio, principalmente en las comunidades La Germania, La Ilusión y El Cascabel (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Total de área quemada y usos afectados en el municipio de Somoto.

Nombre	Áreas quemadas (ha)	Superficie del uso suelo (ha)	Porcentaje de afectación %
Bosque de conífera denso	33.4648	55.6720	60.11
Bosque de conífera ralo	767.7332	1681.0237	45.67
Bosque latifoliado denso	17.6541	182.6495	9.67
Bosque latifoliado ralo	36.2327	863.1969	4.20
Ciudades, poblados y caseríos	1.3678	641.7503	0.21
Cultivo anual	96.4510	4199.8749	2.30
Cultivo permanente	7.5428	128.3730	5.88
Pasto	517.3820	12648.0999	4.09
Suelo sin vegetación	19.0410	446.9766	4.26
Tacotal	410.1740	3374.1637	12.16
Vegetación arbustiva	3481.3717	24071.0028	14.46

El uso del suelo con mayor afectación fue el Bosque de conífera (cerrado y abierto), principalmente en las comunidades La Germania, La Ilusión y El Cascabel, en relación al área ocupada por este uso en el municipio. Aunque en el bosque de conífera el fuego favorece la dinámica poblacional, para algunas especies biológicas y al mantenimiento de sus procesos ecológicos, la incidencia de incendios puede tender a generar un cambio de uso del suelo, debido a las actividades antropogénicas.

La mayor proporción de área quemada se presenta en la superficie cubierta por vegetación arbustiva (3,481.37 ha); esto puede estar relacionado al incremento del cambio de usos del suelo y la temporada de producción agrícola, puesto que los agricultores realizan quemas para preparar las áreas de cultivos. También se presentan otros usos del suelo afectados como se pueden observar en la figura 3.

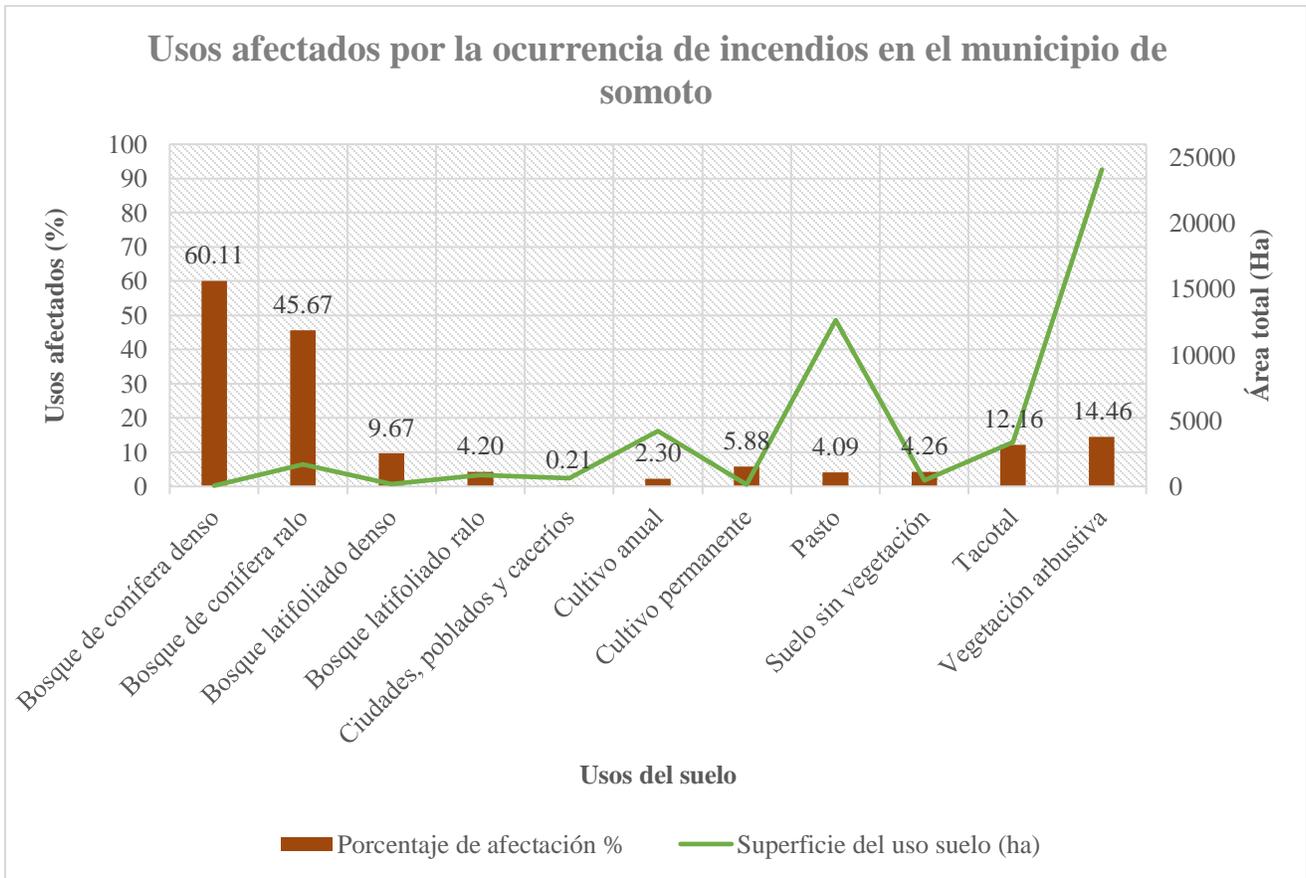


Figura 3. Usos afectados por la ocurrencia de incendios en el municipio de Somoto.

En los sitios donde se contabiliza la mayor cantidad de área afectada, podríamos deducir que son áreas con mayor disposición de material combustible, mayores temperaturas y una menor capacidad de respuesta y problemas de gobernanza (falta de conformación de brigadas contra-incendios, capacitación y dotación de equipos de vigilancia).

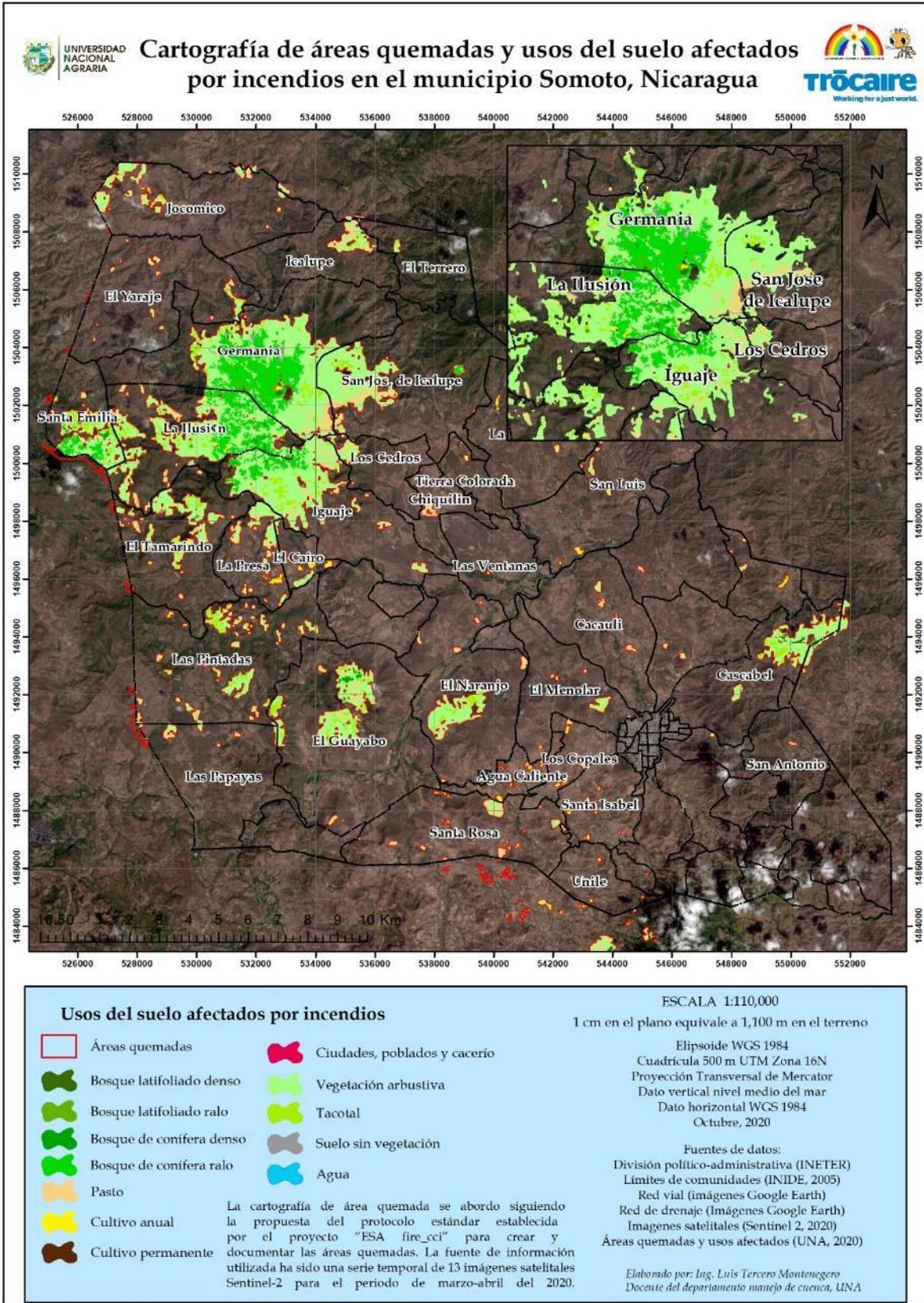


Figura 4. Usos afectados por incendios localizados en comunidades del municipio de Somoto.

El impacto provocado por estos incendios podría resultar en una afectación directa a muchas especies de flora, fauna y otros organismos vivos que coexisten en diferentes ecosistemas; por lo tanto, entre los principales daños se puede resaltar la pérdida de material genético nativo y la severa alteración en los diferentes niveles tróficos, que anticipa la emigración y extinción de muchas especies que son parte de la cadena biológica.

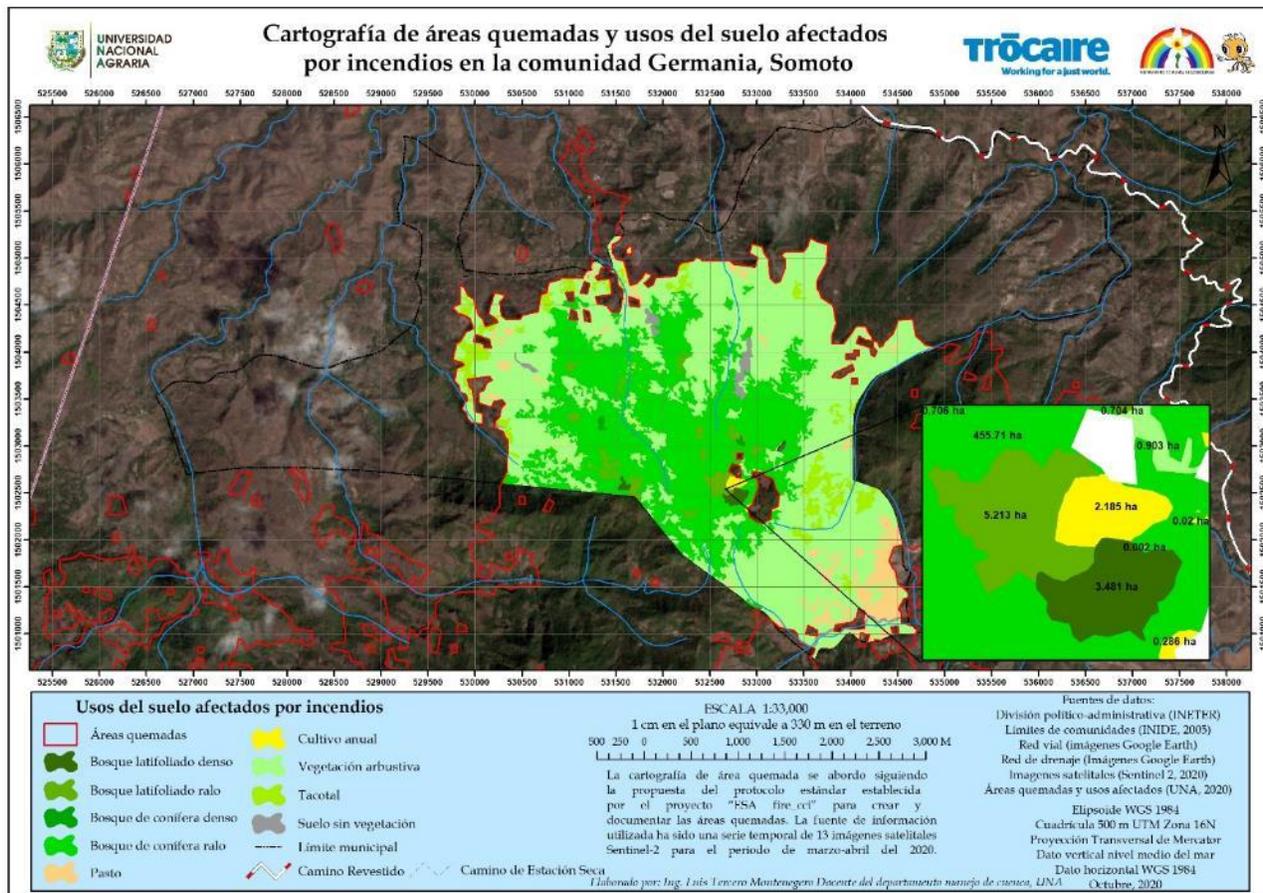


Figura 5. Incendios localizados en la comunidad Germania, Somoto.

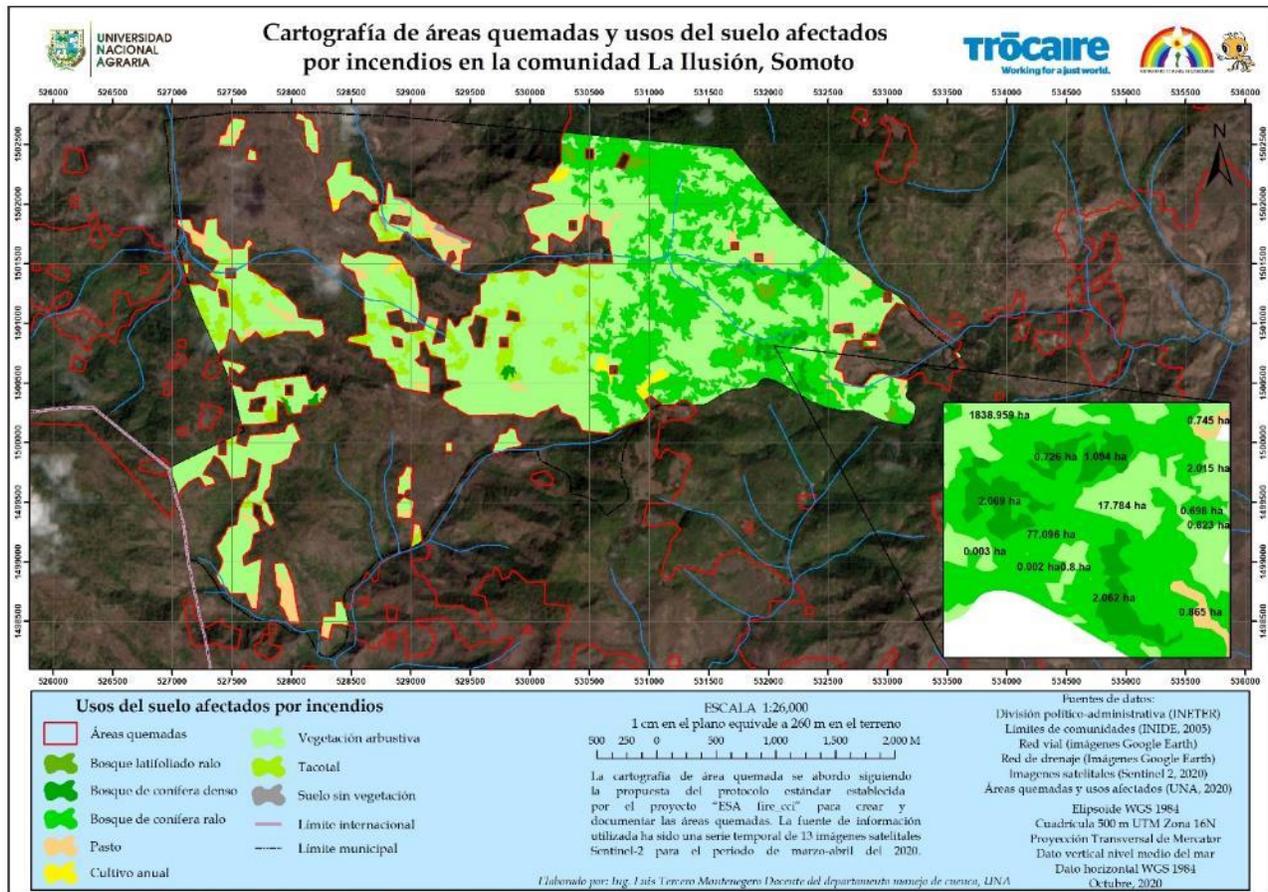


Figura 6. Incendios localizados en la comunidad la Ilusión, Somoto.

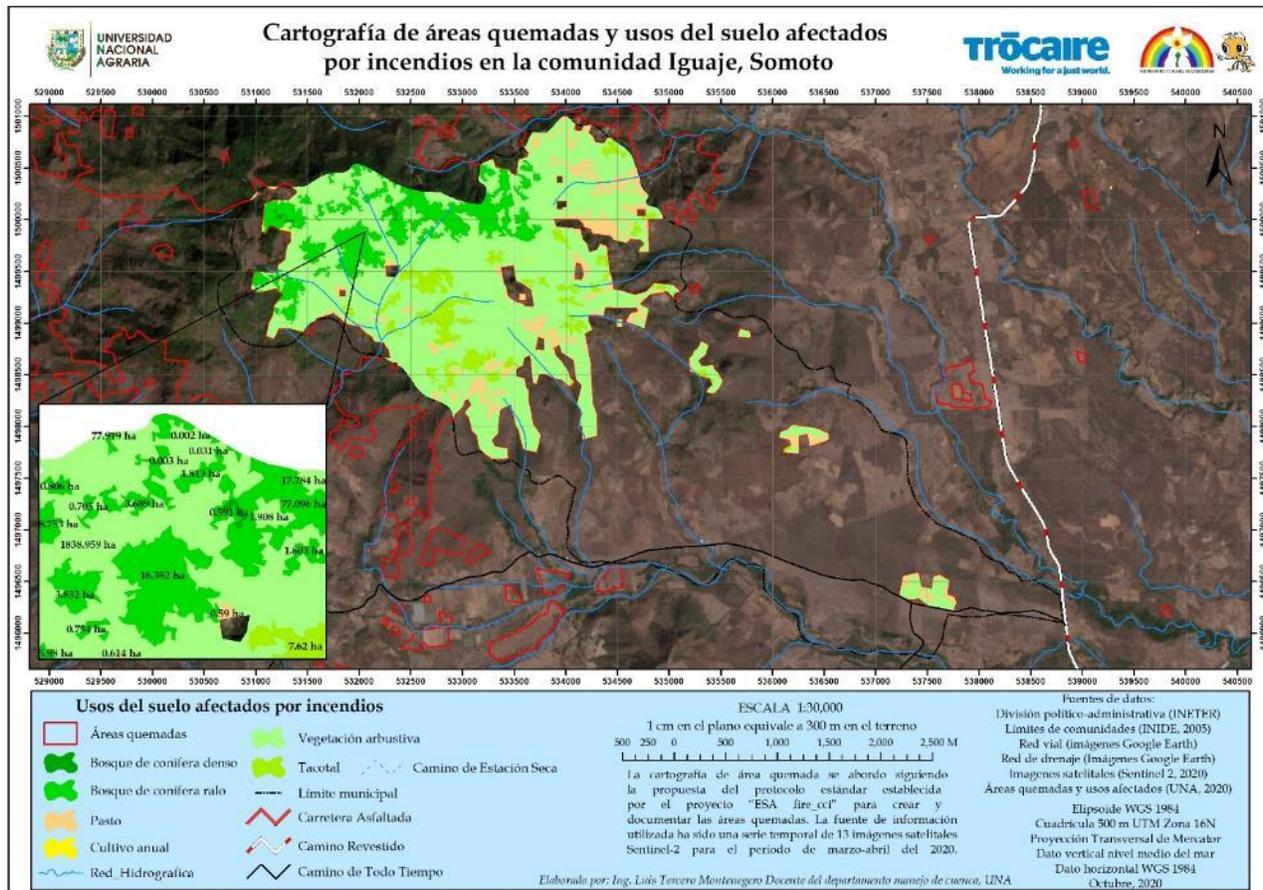


Figura 7. Incendios localizados en la comunidad Iguaje, Somoto.

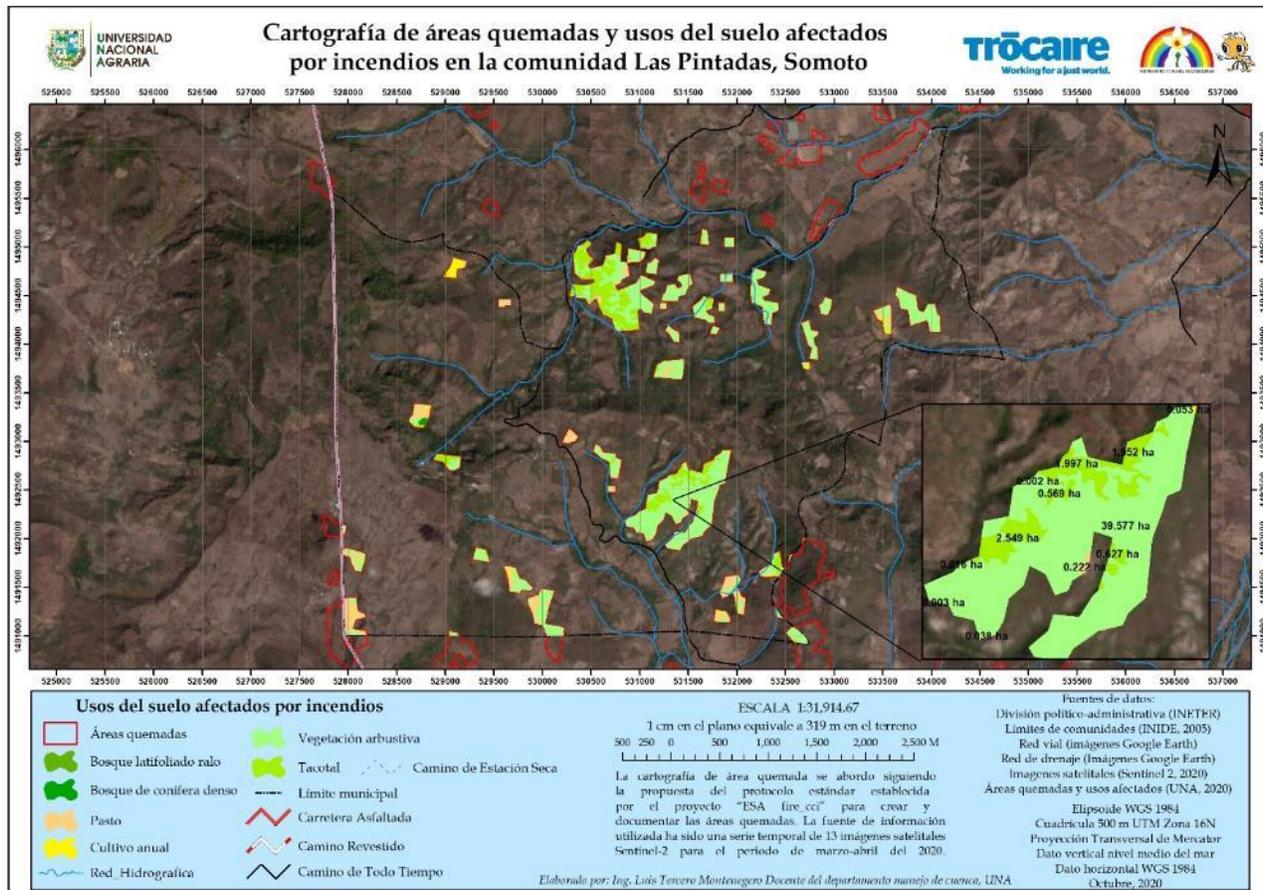


Figura 8. Incendios dispersos localizados en la comunidad Las Pintadas, Somoto.

Finalmente, se debe considerar que este trabajo no profundiza sobre las causas que dieron origen a los incendios cartografiados en el periodo de febrero y abril de este año 2020, tan poco, se hace un análisis profundo del verdadero impacto, ya que no se ha realizado una evaluación in situ. A la fecha de este primer informe de incendios, solo se disponía de imágenes de satélites en el área correspondiente a la zona Pacifico- Centro- Norte de Nicaragua. Se prevé una continuación de este monitoreo la disponibilidad de imágenes de satélites disponibles para la actualización de las áreas quemadas para el presente año.

Causas de los incendios

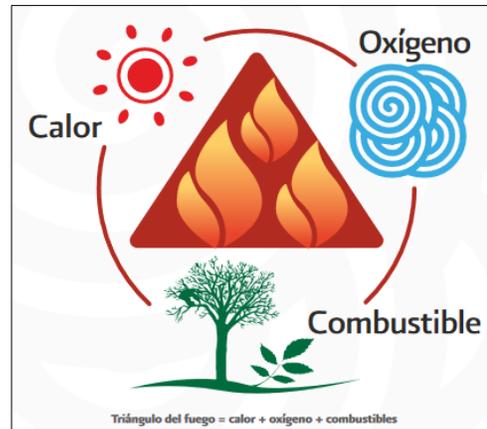
Accidentales: Rupturas de líneas eléctricas, accidentes automovilísticos y aéreos.

Negligencias: Quemadas agropecuarias no controladas, fogatas, fumadores, quema de basura, limpieza de vías y uso del fuego en actividades productivas

Intencionales: Quemadas por conflictos, tala ilegal o litigios.

Naturales: Caída de rayos o erupciones volcánicas.

CONAFOR



Ecosistemas dependientes del fuego

El pino se regenera bien en sitios quemados: el fuego remueve el zacate y la materia orgánica acumulada para que la semilla pueda hacer contacto con el suelo. Los árboles tienen corteza gruesa, que protege de las altas temperaturas del fuego.

Muchas especies recuperan follaje cuando parte de su copa es afectada por el incendio.

Cómo prevenir los incendios

- ✓ Vigile que no haya acumulación de material combustible
- ✓ No deje encendidas fogatas, cigarrillos, cerillos o brasas
- ✓ Realizar rondas cortafuego
- ✓ Evite dejar fragmentos de vidrio o botellas
- ✓ Evite las quemadas agrícolas. Si va a realizar una quema, hacerlo en las primeras horas de la mañana y sólo cuando no haya viento ni sol muy fuerte.
- ✓ Asegure el apoyo de otros comunitarios, para vigilar el proceso, detectar y/o combatir cualquier conato de incendio forestal.
- ✓ Infórmese de los procedimientos y técnicas de prevención y control de incendios

Estrategias para restaurar zonas incendiadas

- ✓ Definir la imagen objetivo
- ✓ Dividir el terreno en rodales e identificar necesidades de intervención
- ✓ Evitar pastoreo
- ✓ Extraer madera quemada
- ✓ Reducir el riesgo de procesos erosivos
- ✓ Tratamientos silviculturales (podas, desbroces, eliminación de restos, etc.)
- ✓ Evitar daños inmediatos a la fauna, doméstica y silvestre
- ✓ Sembrar especies herbáceas y/o arbustivas en áreas clave
- ✓ Favorecer la regeneración natural (flora y fauna)

Propuestas comunitarias para la prevención / control de incendios en taller de presentación de resultados del estudio en Somoto

- Promover y sensibilizar a los pequeños y grandes productores en el uso de quema controlada.
- Aplicación y seguimiento de la normativa relacionada a la prevención/control de incendio, por parte de las entidades competentes.
- Sensibilización en el uso adecuado de los rastrojos y residuos orgánicos, para evitar la propagación del fuego.
- Hacer poda regulada de árboles en áreas de cultivo.
- Sensibilizar a los habitantes de las comunidades sobre la reforestación y no quema.
- Reforestar las áreas mas afectadas por las quemas y despale.
- Gestionar apoyo de las entidades encargadas del medio ambiente.

Participantes: Maribel Carrasco (La Cruz), Anastasia Sánchez y María T. Ordoñez (Quebrada de Agua), Oscar Ponce y Diana Diaz (Motuce), Mayela Castellón, Vicente Báez, Juna Alvarado y María T. Ordoñez (Mancico), Marcelo Aguilera, Onier Rodríguez, Normin García, Santiago Rivera, participantes de Santa Rosa y Rodeo 2

Normativa relacionada a la prevención / control de incendios

Acuerdo Ministerial N°. 004-2011, "Prevención y control de quemas agropecuarias y forestales", Publicado en La Gaceta, Diario Oficial N°. 211 del 08 de Noviembre del 2011. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aeea87dac762406257265005d21f7/68e8e6d56c33a5eb0625794b0059c978?OpenDocument>

Ley N°.462. Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni/wp-content/uploads/2020/02/ley0462.pdf>

Decreto no. 73-2003. Reglamento de la Ley N°. 462, Ley de conservación, fomento y desarrollo sostenible del sector forestal. Publicado en La Gaceta No. 208 del 03 de noviembre del 2003. Disponible en <http://norteak.com.ni/wp-content/uploads/2017/12/Reglamento-de-la-ley-forestal-de-Nicaragua-Decreto-73-2003.pdf>

Decreto ejecutivo No. 37-98. Medidas para prevenir incendios forestales. Publicado en La Gaceta No. 105, del 8 Junio 1998. Disponible en [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/8C3859127CC2B89B062570A10057A2D8?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/8C3859127CC2B89B062570A10057A2D8?OpenDocument)

V. Mosoti y A. Mekouar. 2004. Los marcos jurídicos nacionales para la ordenación de los incendios forestales. En Unasyuva No. 217 - Las amenazas para los bosques. Disponible en <http://www.fao.org/3/y5507s/y5507s03.htm>

IV. Bibliografía

- ESA (2015). *SENTINEL-2 User Handbook*. ESA Standard Document, Rev.2. URL: https://sentinels.copernicus.eu/documents/247904/685211/Sentinel-2_User_Handbook
- ESA (2017). *Burned area mapping with Sentinel-2 using SNAP*, June 2017, Portugal. URL: https://rus-copernicus.eu/portal/wp-content/uploads/library/education/training/HAZA02_BurnedArea_Portugal_Tutorial.pdf
- Key C., Benson N. (2006). *Landscape Assessment (LA) Sampling and Analysis Methods*. URL: https://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr164/rmrs_gtr164_13_land_assess.pdf
- Chuvieco, E.; M. P. Martín & A. Palacios. (2002): "Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination", *International Journal of Remote Sensing*, 23, pp. 5103–5110.
- Álvaro del Campo Parra Lara. (2011). *Incendios de la cobertura vegetal en Colombia*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 232 p.