



**Reporte**

---

**Incendios y quemas  
en Bolivia**

Análisis histórico desde 2000 a 2013

---



# Reporte

---

# Incendios y quemas en Bolivia

Análisis histórico desde 2000 a 2013

---



25  
años

Trabajando por la  
conservación de nuestro  
Patrimonio Natural

Documento elaborado por la Fundación Amigos de la Naturaleza.

Título Original: Incendios y quemas en Bolivia | Análisis histórico desde 2000 a 2013

Cita Bibliográfica Sugerida: Rodríguez-Montellano A.M.. 2014. Incendios y quemas en Bolivia, análisis histórico desde 2000 a 2013. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Elaborado por: Armando Rodríguez Motellano



Aportes Técnicos: Carlos Pinto, Humberto Gómez, Natalia Calderón y Verónica Ibarregaray

Fotografía de tapa: Armando Rodríguez Motellano




Con esta licencia



Usted puede:

-  Copiar y distribuir los textos de esta publicación.
-  Crear obras derivadas a partir de esta publicación.

Bajo las siguientes condiciones:

-  Atribución: Usted debe dar crédito al autor original en la forma especificada.
-  Uso no comercial: Usted no puede utilizar esta obra con fines comerciales.
-  Compartir: Al alterar, transformar o crear otra obra en base a esta, usted solamente podrá distribuir la obra resultante con una licencia idéntica a esta.

Diseño: Editorial FAN



Editorial FAN

Km. 7 1/2 Doble Vía La Guardia

Tel: (591-3) 355-6800 Fax: (591-3) 354-7383

e-mail: fan@fan-bo.org - www.fan-bo.org

Junio, 2014. Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

El monitoreo espacial de los incendios forestales comprende principalmente la detección de focos de calor y la cuantificación de áreas quemadas. Las herramientas empleadas para este cometido se basan en el análisis a través del sensoramiento remoto y sistemas de información geográfica, permitiendo un monitoreo continuo.

Ante la falta de información de áreas quemadas en Bolivia y con la finalidad de generar información que contribuya a fortalecer la gestión de los incendios forestales en nuestro país, la Fundación Amigos de la Naturaleza viene elaborando desde la gestión 2011 reportes de áreas quemadas por incendios forestales en las tierras bajas de Bolivia.

El presente reporte analiza los cambios y ocurrencias de los incendios forestales y las quemadas en Bolivia desde el 2000 hasta el 2013, utilizando un nuevo producto que permite detectar mejor estos incendios. Durante este periodo se registraron un total acumulado de 32 millones de hectáreas quemadas, de las cuales los incendios forestales representan el 30% (9.5 millones de ha) del total de áreas quemadas.

El presente estudio ha evidenciado que hasta el año 2013 el 71,3% de los incendios forestales que afectan a nuestro país ocurren en el departamento de Santa Cruz, y el 23,7% en el departamento de Beni. Estos dos departamentos concentran el 95% de los incendios forestales del país.

El análisis de repetitividad muestra que el 47% (4 millones de ha) del total de bosque quemado, solo se quemó una vez a lo largo de la serie de evaluación. Se observa que gran parte de estos incendios (66%) sucedieron en una proximidad no mayor a un kilómetro de las áreas deforestadas. La proximidad de los incendios forestales a las áreas deforestadas y la cantidad de bosques que se queman por primera vez cada año, deja en evidencia la fuerte presión que ocasionan las actividades humanas.

# I ntroducción

En esta nueva entrega del reporte actualizado hasta 2013, hemos incluido la detección de los incendios forestales de sotobosque, que presenta algunas dificultades en relación a los incendios de copas. Los incendios de sotobosque se propagan lentamente por el estrato arbustivo y por debajo del dosel del bosque, limitando su detección remota por los distintos sensores empleados para el monitoreo de incendios forestales. En la búsqueda de superar estas limitaciones y mejorar el nivel de conocimiento del comportamiento del fuego en los ecosistemas, es que se producen mejoras en los métodos de detección. Se analizaron los nuevos productos disponibles para valorar el nivel de detección de la presencia de fuegos dentro del bosque [1]. A través de este análisis se encontraron mejoras sustanciales en la detección de áreas quemadas en bosque, razón por la cual se procedió a la actualización del tercer reporte sobre incendios y quemas en Bolivia.

Los incendios forestales y la deforestación son las principales causas de pérdida del bosque [2]. En bosques tropicales de Sudamérica se ha establecido que los incendios triplican las áreas deforestadas [3], además de iniciarse en proximidades de estas áreas [4]. Los daños ocasionados por los incendios de sotobosque en los bosques tropicales pueden ser muy graves, ya que reducen la riqueza de especies y la biomasa viva por encima del suelo [5], volviéndolos más susceptibles a quemas repetitivas.

El producto MCD64A1 (en adelante MCD64) fue el seleccionado para la cuantificación de áreas quemadas en este reporte y no el MCD45A1 (en adelante MCD45) que se utilizó en los reportes anteriores [10]. El cambio del producto está fundamentado en los niveles altos de detección de áreas quemadas en bosque, aproximando la detección de incendios de sotobosque [1]. El algoritmo del MCD64 basa la detección en los umbrales dinámicos a un índice de vegetación y la variación de la textura temporal, utilizando focos de calor para guiar la expansión de la detección [6]. La exactitud global para Bolivia muestra un 68% y un 72% para los productos MCD45 y MCD64 respectivamente. En la detección de incendios forestales, se estableció un error de comisión de 33% para MCD45 y de 23% para MCD64, mostrando que el MCD45 sobreestima mucho más las áreas quemadas en bosque. Se obtuvieron errores de omisión de 87% y de 74% para los productos de MCD45 y MCD64 respectivamente [1]. Todos estos valores demuestran que el MCD64 detecta mejor los incendios forestales.

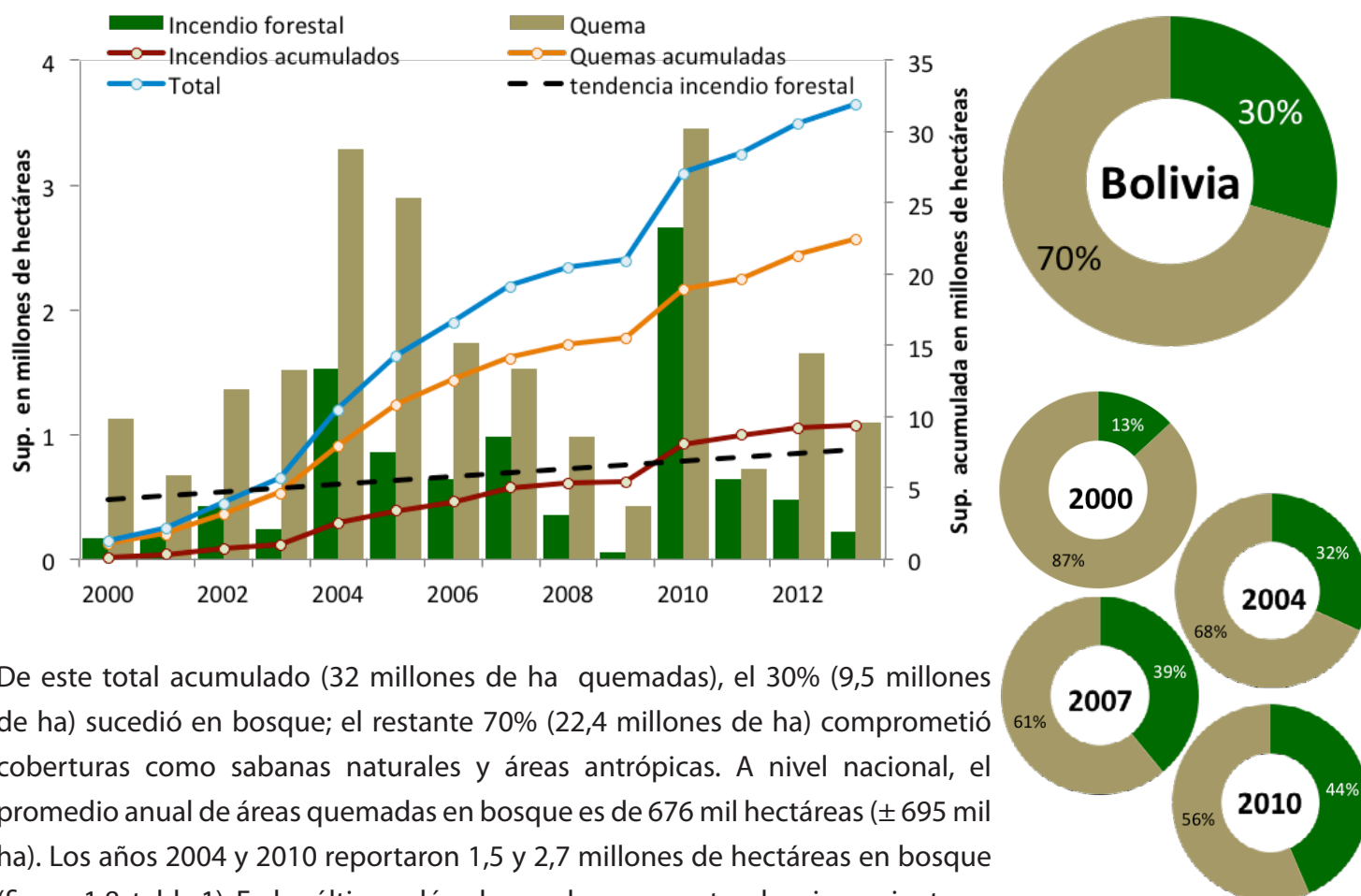
Por lo tanto, se registró una diferencia importante de las superficies de áreas quemadas de estos dos productos a lo largo de la serie temporal analizada. En el periodo de 2000 a 2013, el producto MCD64 muestra un total de 32 millones de hectáreas quemadas en Bolivia, respecto a las 26 millones de hectáreas quemadas detectadas por producto MCD45 en el mismo periodo [1]. Esta diferencia muestra un incremento de más de 6 millones de hectáreas.

Para caracterizar el comportamiento del fuego en regiones bajo regímenes climáticos, estructura y composición de la vegetación en unidades similares, se utilizó la capa de ecorregiones de Bolivia [8], seleccionando las unidades más representativas en relación a la mayor ocurrencia de áreas quemadas. Con la finalidad de extraer información sobre la ocurrencia de los incendios forestales en proximidades a las áreas deforestadas [7], se generaron áreas de influencia a partir de estas áreas con intervalos de distancia de 1 kilómetro. Para generalizar las variaciones espaciales y temporales de las ocurrencias de áreas quemadas y de esta manera zonificar de los regímenes temporales del fuego, se generaron 2.164 hexágonos de 30 km de diámetro.

## Incendios forestales y quemas en Bolivia<sup>1</sup>

La evaluación realizada con el producto MCD64 permitió detectar un total acumulado de 32 millones de hectáreas quemadas en todo el país durante el periodo de 2000 a 2013. Los años 2004, 2005 y 2010, registraron la mayor cantidad de áreas quemadas en Bolivia, superando los 3 millones de hectáreas cada año. El 2010 se superó el record histórico nacional del 2004 de 4 millones de hectáreas quemadas a 6 millones de hectáreas (figura 1,8).

**Figura 1. Historial de incendios forestales y quemas en Bolivia.**



De este total acumulado (32 millones de ha quemadas), el 30% (9,5 millones de ha) sucedió en bosque; el restante 70% (22,4 millones de ha) comprometió coberturas como sabanas naturales y áreas antrópicas. A nivel nacional, el promedio anual de áreas quemadas en bosque es de 676 mil hectáreas ( $\pm$  695 mil ha). Los años 2004 y 2010 reportaron 1,5 y 2,7 millones de hectáreas en bosque (figura 1,8, tabla 1). En las últimas décadas se observa una tendencia creciente en la superficie quemada, sin embargo se observa una disminución en los últimos tres años. El promedio de áreas quemadas en bosque de los últimos tres años (2011 a 2013) es de 446 mil hectáreas por año ( $\pm$ 209 mil ha) (figura 2, tabla 1). El

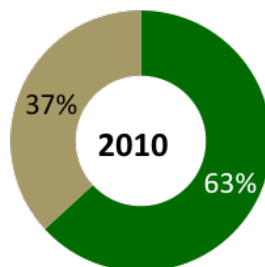
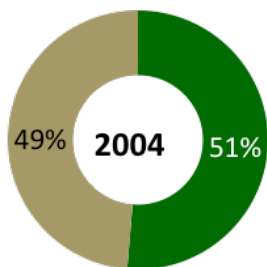
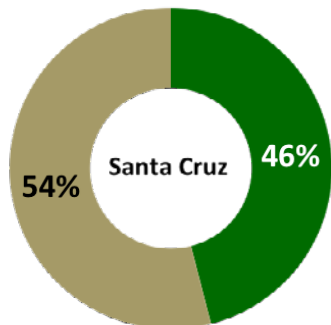
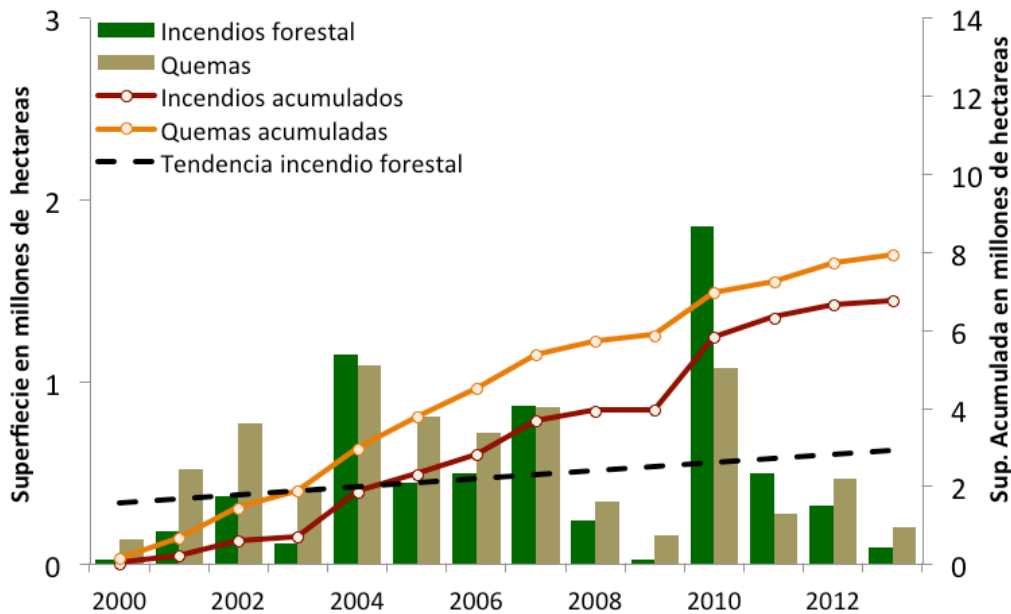
<sup>1</sup>En el presente reporte utilizamos los términos de "incendios forestales y quemas" para diferenciar el área quemada de bosques del resto de área quemada, considerando que las quemas de pastizales también son incendios.



2013 se registraron 1,3 millones de hectáreas de áreas quemadas, el 17% (223 mil ha) de estas áreas sucedieron en bosque.

El departamento de Santa Cruz reporta un total de más de 14,6 millones de hectáreas quemadas durante los últimos 14 años, el 46% (6 millones de ha) sucedió en bosque, representando el 71,3% del total de bosque quemado en Bolivia en este periodo. El año 2010 se afectaron 1,9 millones de hectáreas de bosque quemado, representando el 70% del total de áreas quemadas en bosque para ese año en todo el país. En promedio anual de bosque quemado en Santa Cruz se de 481 mil hectáreas (±509 mil ha). El 2013 se han registrado un total de 305 mil hectáreas quemadas, representando el 23% del total nacional, de este tanto el 43% (98 mil ha) en bosque.

**Figura 2. Áreas quemadas en Santa Cruz, 2000 a 2013.**

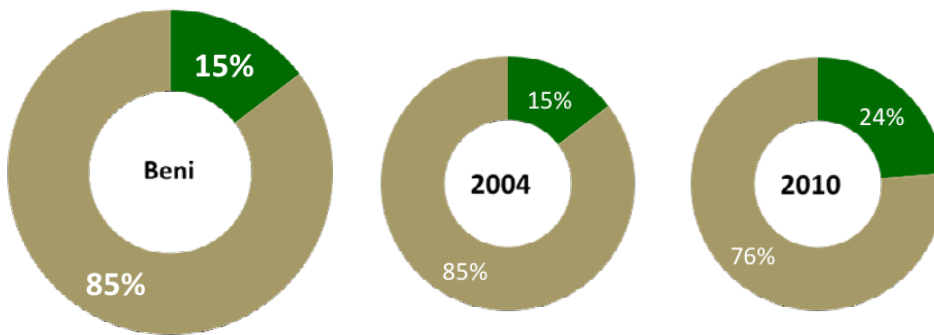
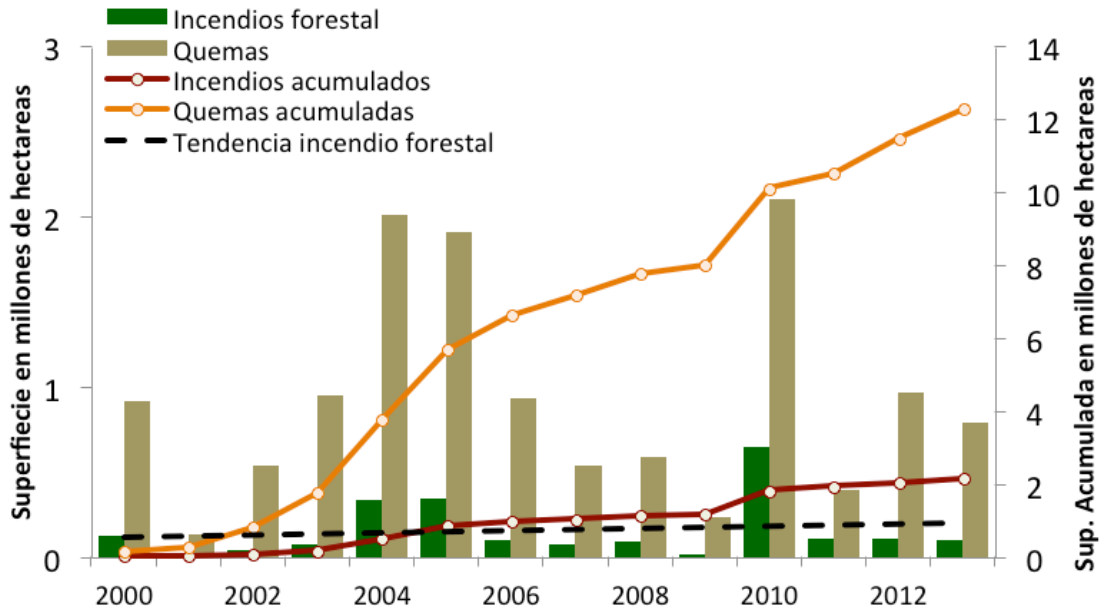


**Tabla 1. Superficies anuales de incendios y áreas quemadas en Bolivia expresados en miles de hectáreas, periodo 2000 a 2013.**

INCENDIO FORESTAL																
Departamento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
Santa Cruz	30	181	377	114	1 152	450	505	873	246	26	1 860	506	325	98	6 743	71,28
Beni	127	13	42	83	344	347	107	77	99	23	654	117	110	102	2 244	23,72
La Paz	8	0	3	17	17	18	13	10	4	3	90	1	26	9	221	2,33
Pando	2	0	1	1	3	35	1	6	1	1	20	3	8	7	89	0,94
Cochabamba	1	2	5	10	14	9	12	11	5	1	31	12	4	2	118	1,25
Chuquisaca	2	0	2	12	0	0	1	2	0	0	10	1	0	1	32	0,34
Tarija	0	0	0	3	0	0	0	2	1	1	0	0	1	5	13	0,13
<b>Subtotal Total</b>	<b>170</b>	<b>196</b>	<b>430</b>	<b>240</b>	<b>1,531</b>	<b>859</b>	<b>640</b>	<b>981</b>	<b>357</b>	<b>55</b>	<b>2 664</b>	<b>640</b>	<b>474</b>	<b>224</b>	<b>9 460</b>	<b>100,00</b>
QUEMAS																
Departamento	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
Santa Cruz	142	528	778	420	1 093	811	728	866	347	161	1 084	283	473	208	7 923	35,30
Beni	921	135	541	955	2 012	1 913	936	542	595	239	2 106	402	973	795	13 064	58,21
La Paz	50	1	15	88	119	111	31	73	18	8	190	12	174	73	961	4,28
Pando	8	1	2	5	14	18	3	5	2	2	8	2	7	8	85	0,38
Cochabamba	2	3	12	36	48	39	33	37	11	12	61	24	17	10	344	1,53
Chuquisaca	1	0	2	6	0	2	0	2	1	2	3	0	0	1	21	0,09
Tarija	2	1	13	5	2	2	1	4	5	2	3	0	7	2	48	0,21
<b>Subtotal Total</b>	<b>1 126</b>	<b>669</b>	<b>1 362</b>	<b>1 514</b>	<b>3 288</b>	<b>2 896</b>	<b>1 731</b>	<b>1 529</b>	<b>979</b>	<b>426</b>	<b>3 454</b>	<b>723</b>	<b>1 650</b>	<b>1 098</b>	<b>22 445</b>	<b>100,00</b>
<b>Total</b>	<b>1 296</b>	<b>865</b>	<b>1 791</b>	<b>1 754</b>	<b>4 819</b>	<b>3 755</b>	<b>2 371</b>	<b>2 510</b>	<b>1 336</b>	<b>481</b>	<b>6 118</b>	<b>1 363</b>	<b>2 125</b>	<b>1 322</b>	<b>31 906</b>	

En el departamento de Beni las quemadas de pastizales son más frecuentes, representan el 85% (13 millones de ha) del total de áreas quemadas en el departamento entre 2000 y 2013. Las áreas quemadas en bosques durante este periodo suman un total acumulado de 2.3 millones de hectáreas del total de áreas quemadas para el departamento (15 millones de ha) (figura 3,8, tabla 2). El promedio de áreas quemadas en bosque es de 160 mil hectáreas ( $\pm 174$  mil ha). El último año se registraron un total de 896 mil hectáreas quemadas, 101 mil hectáreas quemadas en bosque (11%).

Figura 3. Áreas quemadas en el departamento de Beni, periodo de 2000 a 2013.



**Tabla 2. Incendios forestales en los 10 primeros municipios de Santa Cruz y Beni expresados en miles de hectáreas, periodo 2000 a 2013.**

Santa Cruz	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
San Matías	4	23	149	8	149	146	221	257	50	3	414	9	122	19	1 574	28,29
San Ignacio de Velasco	11	30	71	62	292	91	94	162	31	11	519	9	60	16	1 458	26,20
Concepción	7	6	5	2	188	15	30	48	13	0	281	86	4	1	685	12,31
Carmen Rivero Torrez	0	7	20	1	25	14	36	80	8	1	104	9	52	1	358	6,43
El Puente	2	0	3	3	123	14	1	43	9	1	34	92	1	1	329	5,91
Puerto Suarez	0	35	30	2	35	44	18	25	6	2	45	1	59	0	302	5,42
Ascención de Guarayos	1	0	0	0	120	20	10	18	12	0	29	44	3	0	257	4,63
San Jose de Chiquitos	0	26	19	6	4	28	4	24	29	0	43	8	1	39	232	4,17
San Rafael	0	1	1	3	3	3	20	27	3	0	125	5	0	0	191	3,43
Santa Rosa del Sara	0	0	5	0	12	10	1	39	0	1	10	95	2	3	179	3,21
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>127</b>	<b>304</b>	<b>87</b>	<b>951</b>	<b>385</b>	<b>435</b>	<b>723</b>	<b>163</b>	<b>18</b>	<b>1,603</b>	<b>359</b>	<b>303</b>	<b>79</b>	<b>5 564</b>	<b>100,00</b>
Beni	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
San Ignacio	19	3	5	9	74	20	19	12	15	2	42	16	2	5	243	14,01
San Andrés	2	1	4	8	78	22	21	17	9	2	23	49	1	1	238	13,71
Santa Ana de Yacuma	13	0	2	2	30	3	7	11	7	1	146	1	0	1	224	12,87
Exaltacion	19	1	3	19	15	31	5	5	6	3	44	5	15	25	196	11,27
Reyes	15	0	3	3	7	5	11	2	20	0	89	1	6	4	167	9,61
San Ramón	8	3	7	7	13	30	7	4	3	3	27	4	17	20	154	8,86
San Javier	5	0	3	6	33	47	7	3	4	1	29	6	3	1	147	8,44
Huacaraje	9	0	3	4	8	66	5	3	2	1	23	4	6	2	138	7,96
Baures	3	0	2	3	12	36	4	3	2	1	57	3	7	4	136	7,84
San Joaquín	8	1	3	3	15	25	2	2	2	2	6	3	9	15	95	5,45
<b>Total</b>	<b>102</b>	<b>10</b>	<b>35</b>	<b>64</b>	<b>285</b>	<b>285</b>	<b>88</b>	<b>61</b>	<b>70</b>	<b>16</b>	<b>486</b>	<b>92</b>	<b>66</b>	<b>79</b>	<b>1 738</b>	<b>100,00</b>

El departamento de La Paz reportó más de un millón de hectáreas quemadas durante el periodo de análisis, siendo el 19% en bosque (tabla 1). El promedio anual de áreas quemadas es de 15 mil hectáreas ( $\pm 22$  mil ha). El 2013 se registraron 82 mil hectáreas quemadas, representando el 6% del total nacional para ese año y el 11% (9 mil ha) corresponde a bosque quemado.

A nivel municipal, San Matías, San Ignacio de Velasco y Concepción son los municipios de mayor ocurrencia de áreas quemadas en bosque del departamento de Santa Cruz, concentrando el 67% de las áreas quemadas en bosque del departamento (figura 2, tabla 2). El 83% (5,5 millones de ha) de las áreas quemadas en bosque se concentran en diez municipios del departamento de Santa Cruz (tabla 2).

El departamento del Beni concentra el 77% (1,7 millones de ha) de áreas quemadas en bosque en diez municipios. San Ignacio, San Andrés, Santa Ana de Yacuma, Exaltación y Reyes son los municipios donde se reporta la mayor cantidad de áreas quemadas en bosque, concentrando el 48% del total departamental (tabla 2). El 17% (5 millones de ha) del total de áreas quemadas en Bolivia en los últimos 14 años sucedió dentro de las áreas protegidas nacionales. En el Área Natural de Manejo Integrado San Matías se concentraron el 59% (3 millones de ha) de todas las áreas quemadas en las áreas protegidas del país. La segunda área protegida es Otuquis con el 25% (1 millón de ha) del total. En el Parque Nacional Noel Kempff Mercado se registraron un total de 517 mil hectáreas quemadas (tabla 3).

Se observó que el 23% del total nacional de áreas quemadas sucedieron dentro de Tierras de Producción Forestal Permanente (TPFP) representando más de 7 millones de hectáreas acumuladas en los 14 años de evaluación.

**Tabla 3. Áreas quemadas en las 10 primeras áreas protegidas nacionales, expresados en miles de hectáreas.**

Áreas protegidas	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total	%
San Matías	11	116	347	52	382	294	348	500	89	7	650	19	264	41	3 120	59,66
Otuquis	12	196	168	53	109	169	84	61	53	54	148	0	200	11	1 317	24,77
Noel Kempff Mercado	0	60	42	63	57	52	15	42	6	3	42	6	84	47	518	9,74
Isiboro Sécure	6	3	7	14	65	17	19	16	3	3	44	16	14	4	231	4,35
Carrasco	0	0	0	9	0	3	12	2	2	1	4	0	2	0	35	0,66
Madidi	1	0	0	0	1	2	3	2	1	0	13	0	8	0	32	0,59
Estación Biológica del Beni	3	0	1	0	2	0	1	2	1	0	20	0	0	0	31	0,58
Cordillera de Sama	1	0	10	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	12	0,23
Apolobamba	0	0	0	1	0	3	2	0	2	0	0	0	3	0	12	0,22
Manuripi	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	1	0	11	0,21

## Áreas quemadas por ecorregiones

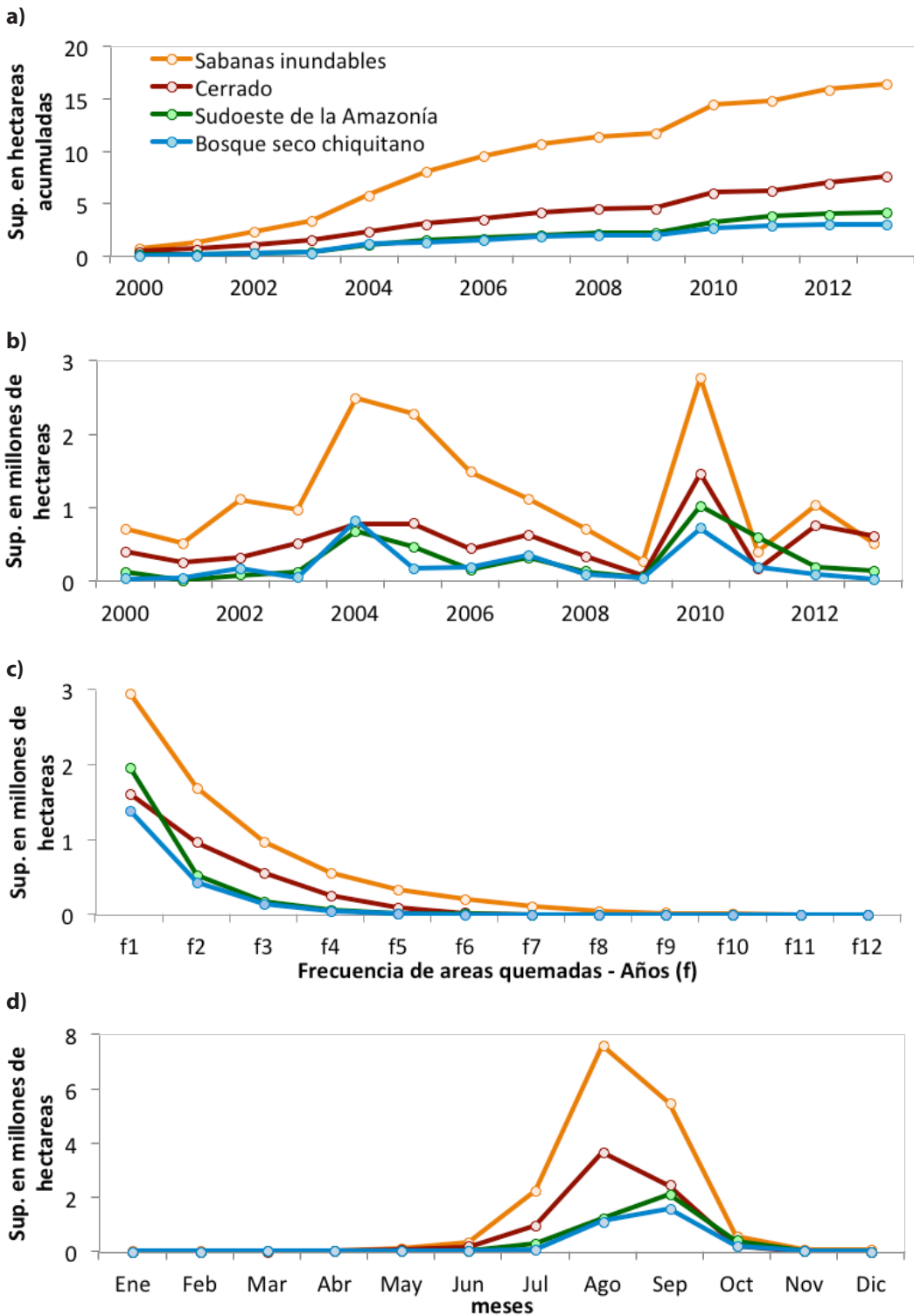
El 98% del total de áreas quemadas en el país abarca cuatro ecorregiones: Sabanas inundables, Cerrado, Sudoeste de la Amazonía y Bosque Seco Chiquitano. Las áreas quemadas en las Sabanas inundables representan el 52% de áreas afectadas por el fuego sumando un total de más de 16,5 millones de hectáreas. En promedio se queman 1,2 millones de hectáreas al año ( $\pm 805$  mil ha). Esta ecorregión muestra una repetitividad alta del fuego, llegando hasta un máximo de 8 años, además de mostrar 6 años consecutivos de gran cantidad de áreas quemadas (2001 - 2007). Los meses de mayor presencia del fuego se concentran en julio, agosto y septiembre, teniendo el pico más crítico para el mes de agosto (figura 4).

Las áreas quemadas en el Cerrado representan un 24% del total (7,5 millones de ha), a diferencia de las Sabanas inundables, en esta ecorregión el comportamiento es más homogéneo en la cantidad de áreas quemadas anualmente, En promedio se queman 540 mil hectáreas al año ( $\pm 540$  mil ha). Esta ecorregión se ubica en la segunda categoría de repetitividad, llegando hasta un máximo de 6 años. Los meses de agosto y septiembre reportan la mayor cantidad de áreas quemadas, y el mes más crítico es agosto (figura 4).

El Sudoeste de la Amazonía tiene en general eventos de grandes magnitudes, sumando un total de 4,2 millones de hectáreas quemadas en el periodo 2000-2013, equivalentes al 13% del total de áreas quemadas en este periodo. El promedio anual de áreas quemadas en esta ecorregión es de 293 mil hectáreas al año ( $\pm 294$  mil ha). La tendencia de áreas quemadas en los bosques amazónicos se ve incrementada desde el 2010. Los meses de mayor incidencia del fuego se concentran en los meses de agosto y septiembre, teniendo el pico más alto en septiembre (figura 4). La repetitividad máxima del fuego en esta ecorregión es de 4 años.

El Bosque Seco Chiquitano muestra una tendencia más homogénea, teniendo picos marcados para los años 2004 y 2010. En esta ecorregión el promedio de áreas quemadas es de 213 mil hectáreas al año ( $\pm 254$  mil ha). La repetitividad máxima del fuego es de 4 años. Los meses donde se registran la mayor cantidad de áreas quemadas se concentran en agosto y septiembre, siendo este último el mes de mayor presencia del fuego (figura 4).

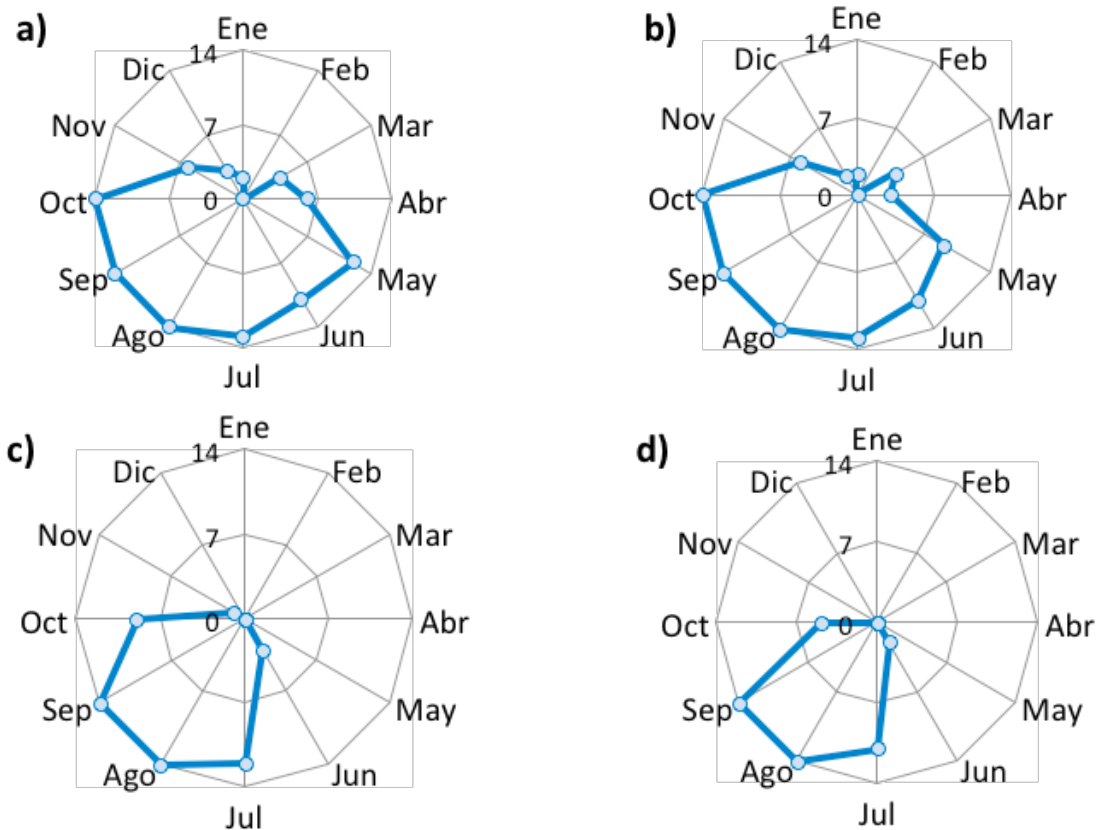
Figura 4. Descripción de las cuatro ecorregiones principales. a) tendencias, b) historial o trayectoria, c) Frecuencia o repetitividad, d) duración mensual.



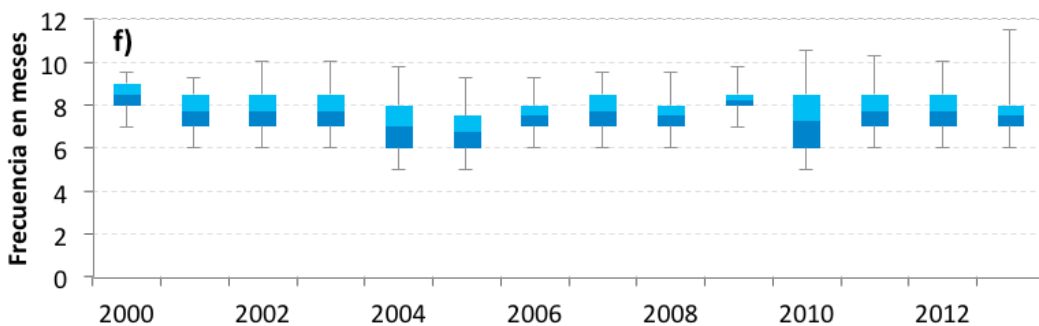
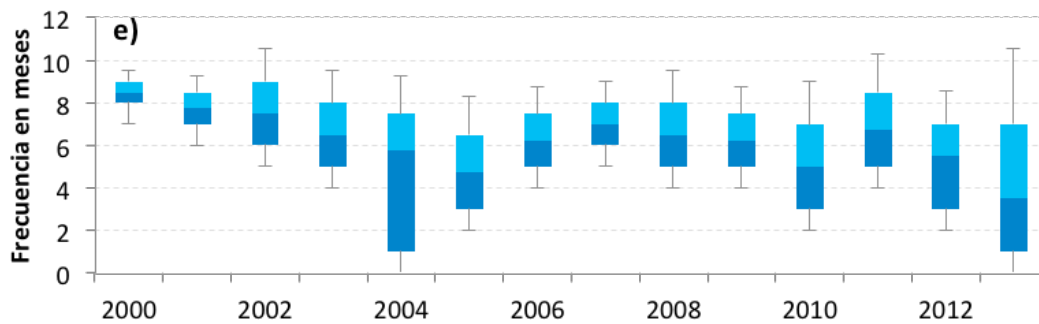
# Régímenes temporales del fuego

La frecuencia mensual muestra que las primeras áreas quemadas mayores a 5 mil hectáreas se registran a partir del mes de abril (figura 5a), áreas mayores a 10 mil hectáreas empiezan en mayo, ambas se extienden hasta el mes de octubre (figura 5b). Estos eventos son irregulares en la serie analizada, se ha observado en algunos años la presencia del fuego mucho antes de la temporada de incendios (2004 y 2013) (figura 5e). En general la mayor cantidad de áreas quemadas se concentran en los meses de julio a octubre (figura 5c,d), siendo agosto y septiembre los dos meses de mayor concentración de las áreas quemadas (figura 5f). Estas áreas quemadas de grandes magnitudes mayores a 50 mil hectáreas mensuales (figura 5f), suceden en los meses de julio a septiembre delimitando la temporada de incendios para Bolivia.

**Figura 5. Frecuencia mensual de áreas quemadas, periodo 2000 a 2013 (escala 14 años). a) > a 5.000 ha, b) > a 10.000ha, c) > a 50.000ha, d) > a 100.000 ha, e) rango mensual interanual de áreas quemadas > a 10.000ha f) rango mensual interanual de áreas quemadas > a 50.000ha (escala 1=Enero, 12 = a Diciembre).**



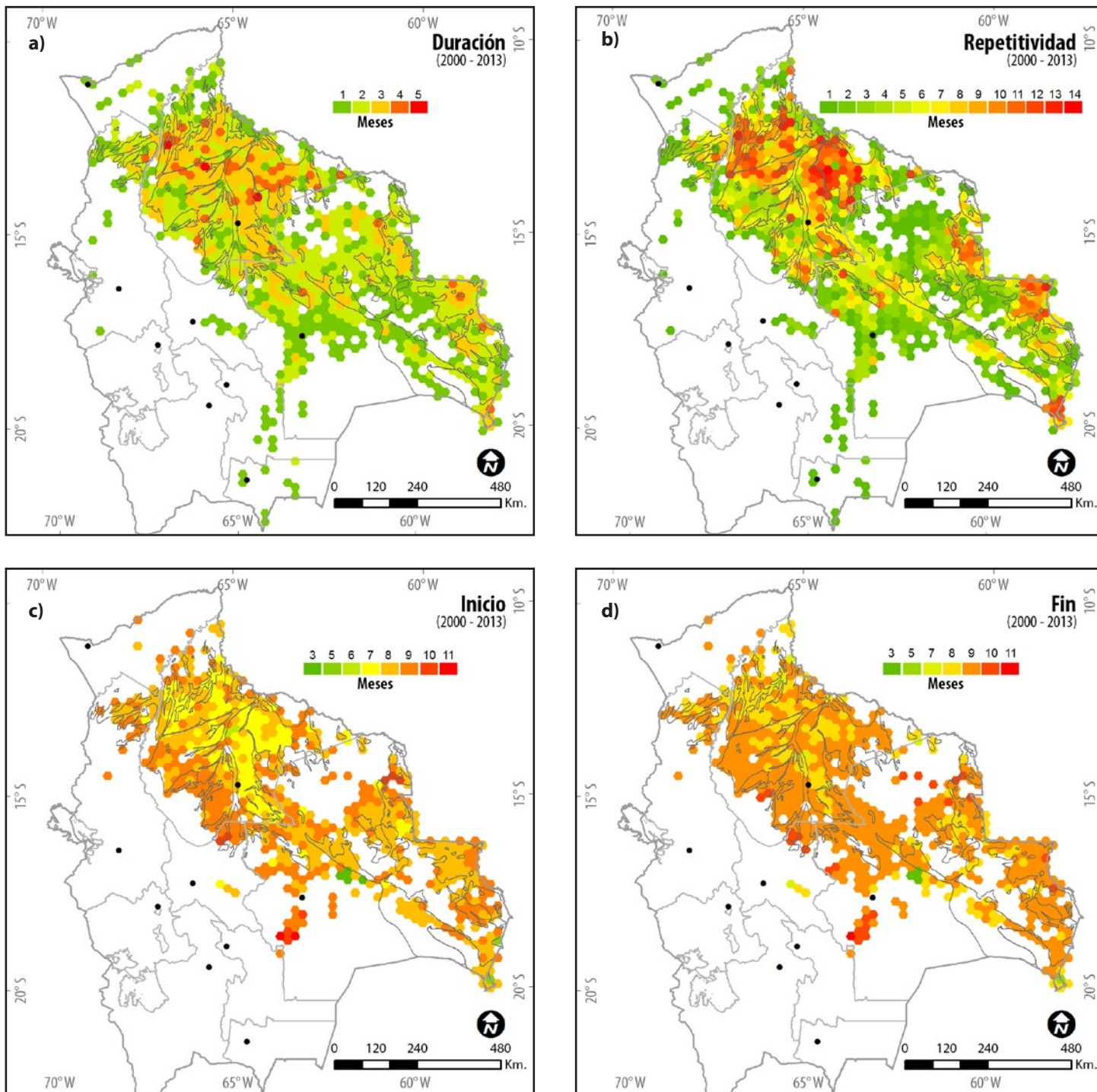




Al zonificar estos regímenes temporales se observa que la permanencia del fuego en meses (duración), se extiende en un rango de 1 a 5 meses (figura 6a). Son pocas las áreas donde el fuego está presente de 3 a 4 meses al año (24% y 5% respectivamente, Julio a Octubre) (Figuras 6a, 7c, d). Estas zonas corresponden a áreas quemadas mayores a 50 mil hectáreas. En el 32% del territorio nacional el fuego se presenta con una duración de un mes, en un 40% con una duración de dos meses (figura 6a).

A lo largo de los 14 años de la evaluación (figura 6b), vemos que las zonas con una repetitividad de 1 a 5 años representan el 58% del territorio nacional, de 6 a 10 años representan el 32% y una repetitividad mayor a 10 años significa el 5%. Es posible visualizar las zonas en los meses de inicio y fin de la presencia del fuego a nivel nacional, este rango se concentra de marzo (3) a noviembre (11) (figura 6 c, d), sin embargo, son pocos los lugares donde el inicio o el fin de la presencia del fuego están fuera de la temporada alta del fuego (5%) (antes de julio y después de septiembre). En gran parte del departamento del Beni se inician en el mes de julio (7) y terminan entre agosto y septiembre, mientras que en el departamento de Santa Cruz inician en Agosto (8), y septiembre (9) para terminar en septiembre y octubre (figura 6c,d).

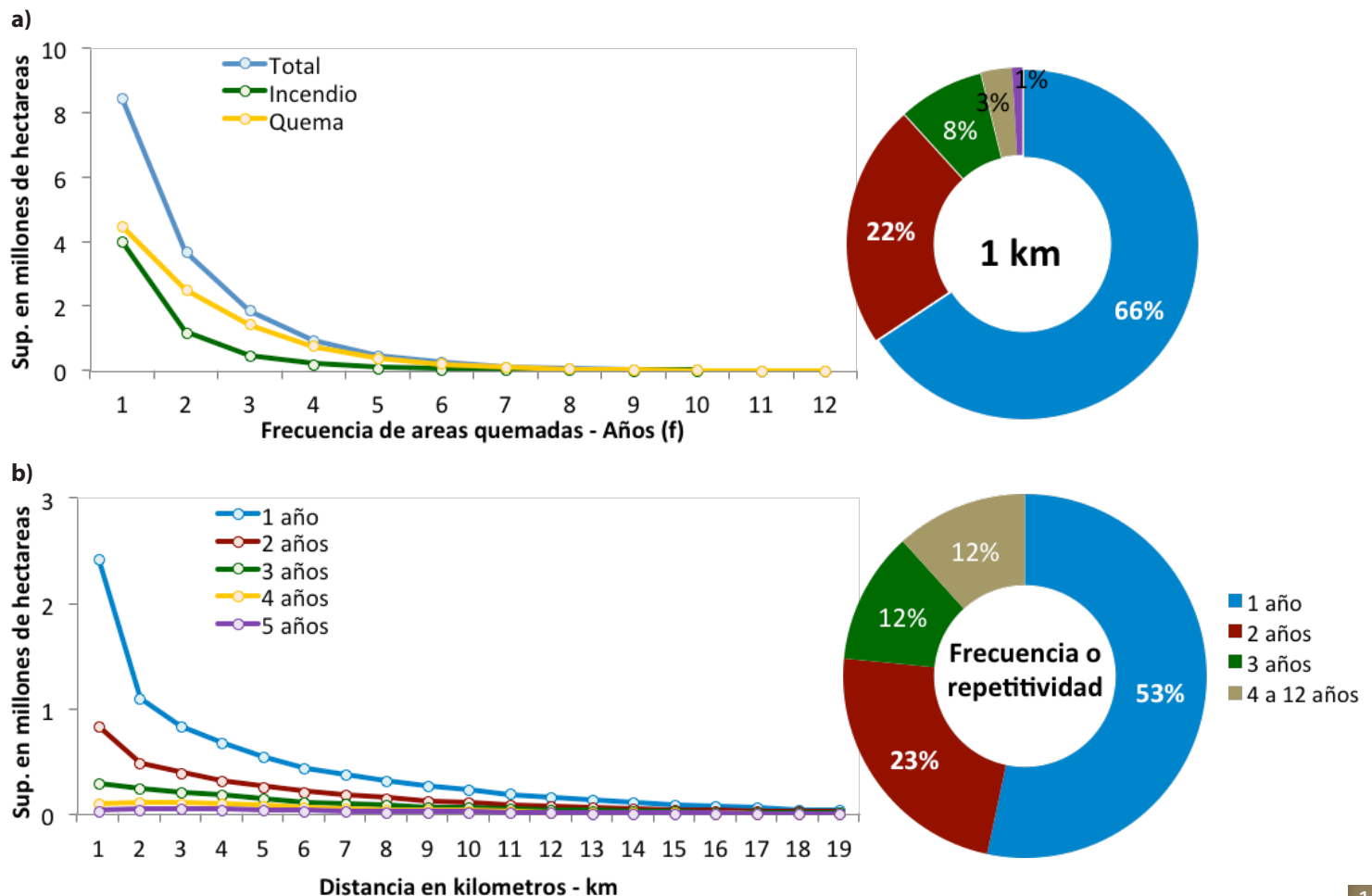
**Figura 6. Mapa de zonificación de regímenes de fuego en Bolivia. a) Duración inter mensual de fuego meses/año, b) Repetitividad anual, c) mes promedio de inicio del fuego, d) mes promedio de fin del fuego. (c – d. estacionalidad del fuego).**



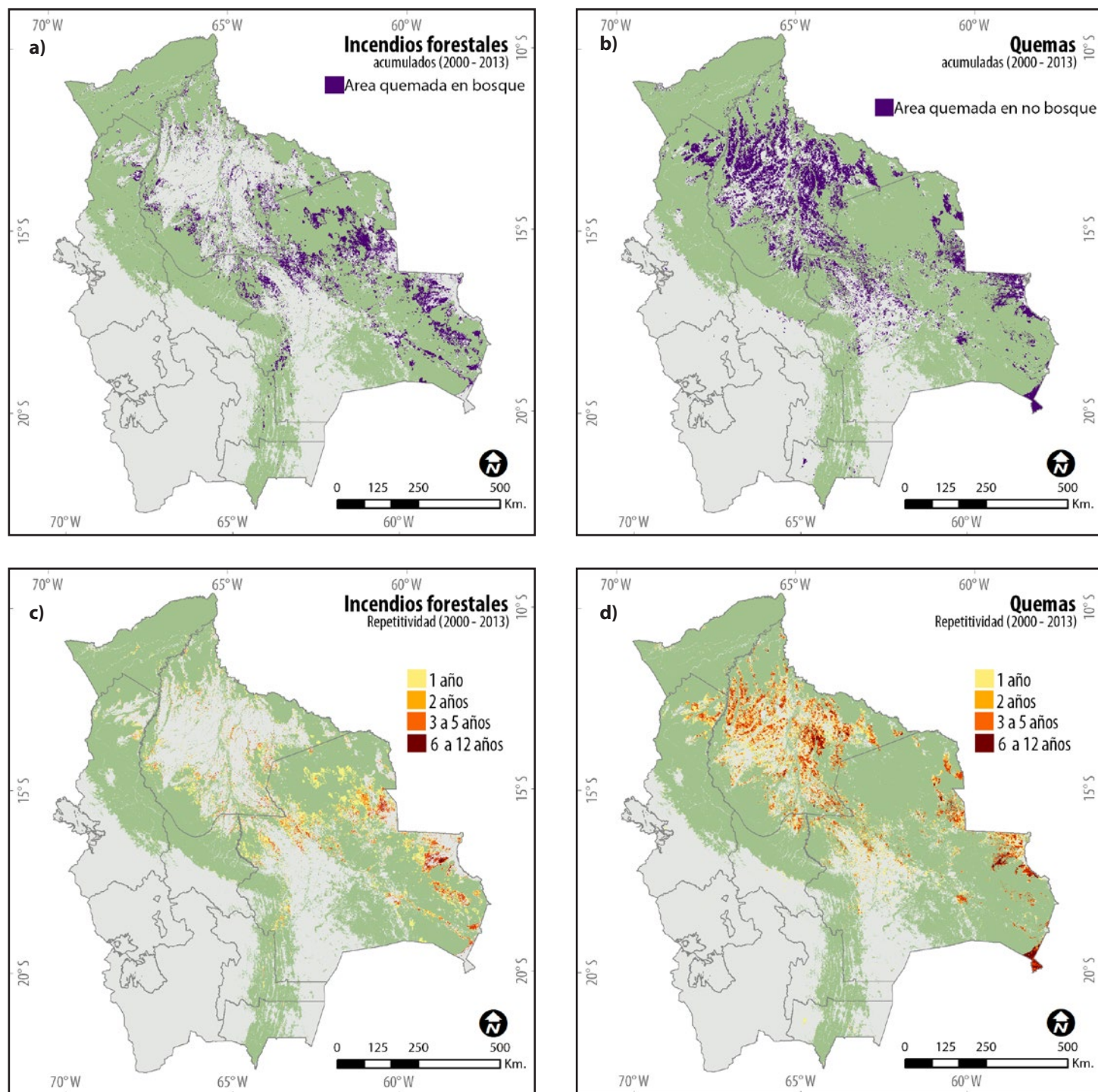
Las zonas de mayor presión de fuego se localizan en las Sabanas según la repetitividad alta (> a 10 años) y duración mensual (3 a 4 meses) (figura 6a, b). En la mayoría de estas áreas la presencia del fuego inicia en julio y se extiende hasta agosto y septiembre. Regímenes de fuego moderado se encuentran en zonas con duración de 2 meses y una repetitividad anual menor de 10 años. Los regímenes de fuego bajo se encuentran en una duración menor a dos meses y una repetitividad menor a 4 años, el fuego en estas zonas inicia en septiembre.

A través del análisis de repetitividad de áreas quemadas se estableció que el 53% (8 millones de ha) del total nacional (figura 7a) corresponden a áreas que se quemaron una sola vez y el 23% con una repetitividad de 2 años. Similar comportamiento se observa en los incendios y en las quemas (figura 7b). De estas áreas que se queman por primera vez (1 año), el 66% se encuentran concentradas en una proximidad no mayor a un kilómetro de las áreas deforestadas (figura 7b).

**Figura 7. a) Frecuencia o repetitividad del fuego en Bolivia. b) proximidad de los incendios a las áreas deforestadas.**



**Figura 8. Mapa de Incendios forestales y quemas. a) Incendios forestales acumulados, b) quemas acumuladas (2000 - 2013). c) Repetitividad de incendios forestales, d) repetitividad de quemas.**



## C onclusiones

La diferencia en la detección de áreas quemadas está directamente relacionada con la capacidad del MCD64 en detectar mejor los incendios forestales [1,9]. Sin embargo, queda el reto de generar una metodología que permita cuantificar con mayor exactitud los incendios forestales de sotobosque, que seguramente aumentará las superficies detectadas a nivel nacional.

La presión de los incendios es cada vez mayor, y al tener una temporada baja en un año, la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos en el año siguiente es también mayor [8]. Esperemos que el 2014 no se muestre este ciclo de acumulación de los últimos tres años, puesto que la tasa de retorno es de 5 años [10].

Debe considerarse que un bosque quemado es un bosque degradado, no deforestado [11], en un tiempo relativamente corto este bosque puede volver a ser quemado. Es por esta razón que a lo largo del tiempo en nuestra evaluación un mismo bosque puede volver a ser contabilizado, es decir puede volverse a quemar. Y dependiendo de la repetitividad y el daño causado, permitirá la conversión a un área deforestada

## Definiciones

**Bosque:** Tierra que abarca más de 0,5 hectáreas, con árboles cuya altura es superior a cinco metros con una cubierta de copas del 30 por ciento, o árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos in situ.

**Fuego:** Combustión caracterizada por una emisión de calor acompañada de humo y/o de llamas.

**Regímenes de fuego:** Condiciones de fuego promedio, que ocurren durante un largo período de tiempo, siendo descritos a través de, la frecuencia, la amplitud, estacionalidad y el intervalo de retorno.

**Incendio:** Fuego que se desarrolla sin control y en forma destructiva, que requiere ser extinguido.

**Incendio Forestal:** Fuego que afecta formaciones boscosas o tierras forestales.

**Incendio Forestal de sotobosque:** Son los incendios de superficie que queman la hojarasca y los restos leñosos.

**Quema:** Fuego que afecta formaciones no boscosas, sabanas, pastos y áreas antrópicas.

# R referencias

- [1] Rodríguez-Montellano A.M., 2014. Niveles de detección de los incendios forestales en Bolivia. (manuscrito no publicado).
- [2] Asner, G. P., Broadbent, E. N., Oliveira, P. J. C., Keller, M., Knapp, D. E., & Silva, J. N. (2006). Condition and fate of logged forests in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103, 12947–12950.
- [3] Cochrane, M. A. and C. M. Souza (1998). "Linear mixture model classification of burned forests in the eastern Amazon." *Int. J. Remote Sens.* 19: 3433-3440.
- [4] Cochrane, M. A., & Schulze, M. D. (1999). Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: Effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica*, 31, 2–16.
- [5] Cochrane, M., Alencar, A., Schulze, M., Souza, C. M., Jr., Nepstad, D. C., Lefebvre, P., et al. (1999). Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science*, 284, 1832–1835.
- [6] Giglio, L., T. Loboda, et al. (2009). "An active-fire based burned area mapping algorithm for the MODIS sensor." *Remote Sensing of Environment* 113(2): 408-420.
- [7] Cuéllar, S., A. Rodríguez, J. Arroyo, S. Espinoza, and D. Larrea (2012), Mapa de deforestación de las Tierras Bajas y los Yungas de Bolivia 2000-2005-2010, Fundación Amigos de la Naturaleza.
- [8] Ibisch, P. L., S. G. Beck, B. Gerkmann Y A. Carretero. 2003. Ecoregiones y ecosistemas. En: Ibisch, P. L. y G. Mérida (eds.). *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y Conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz. 638 p.
- [9] Rodríguez-Montellano A.M. 2012. Cartografía multitemporal de quemas e incendios forestales en Bolivia: Detección y validación post-incendio. *Ecología en Bolivia* 47:1605-2528
- [10] Rodríguez-Montellano, A.M., 2013. Dinámica de Incendios forestales y quemas en Bolivia. Fundación Amigos de la Naturaleza. Serie de reportes temáticos, Departamento, Santa Cruz, Bolivia.
- [11] Simula, M. (2009). Towards defining forest degradation: comparative analysis of existing definitions. *Forest Resources Assessment Working Paper*, 154.



La Fundación Amigos de la Naturaleza es una organización de la sociedad civil, comprometida con la conservación de la Naturaleza, que desarrolla y promueve, con sustento técnico-científico, caminos innovadores de desarrollo integral y sostenible. Nuestro trabajo diario está guiado por la creación de soluciones innovadoras, adaptando nuestro accionar a las oportunidades emergentes, reconociendo y respetando la diversidad y compartiendo nuestros conocimientos.