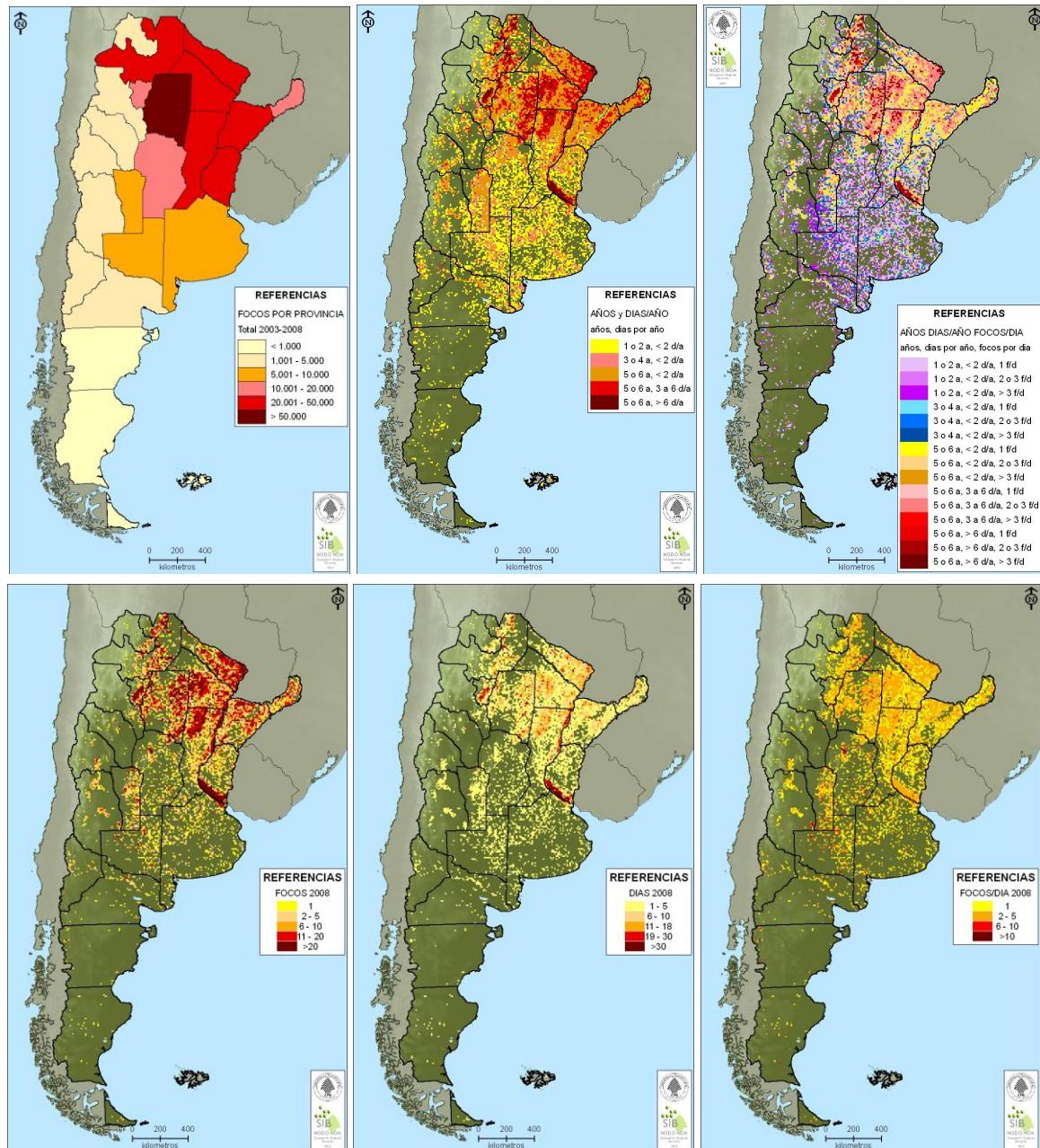


Focos de Calor MODIS registrados para Argentina (2003-2008): Caracterización espacial y temporal



Leonidas Lizarraga
2010



Sistema de Información de Biodiversidad
Nodo NOA
Delegación Regional Noroeste
Administración de Parques Nacionales



INDICE GENERAL

INTRODUCCION	6
METODOLOGIA	7
Selección de focos de calor para Argentina e incorporación de atributos.	7
Cálculo de estadísticas por provincia, región y país.	7
Cálculo de estadísticas por unidades cuadradas de 10 por 10 kilómetros.	7
RESULTADOS.....	10
Focos de calor para Argentina.	10
Focos de calor por Provincia.	11
Focos por Región y su distribución temporal.	14
Distribución temporal de focos de calor para NEA.....	17
Distribución temporal de focos de calor para NOA.	19
Distribución temporal de focos de calor para CENTRO.....	21
Distribución temporal de focos de calor para CENTRAL.	23
Distribución temporal de focos de calor para PATAGONIA.....	25
Análisis de los focos de calor para Argentina por unidades.....	27
CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS.	42

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Rangos propuestos en la MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide Version 2.3 (Giglio 2007), para clasificar los registros de focos de calor según el grado de confiabilidad.</i>	7
<i>Tabla 2: Categorización de las variables calculadas en cada unidad cuadrada de 10x10 km. A) Categorías para la variable “Años en los que se registraron focos de calor”. B) Categorías para la variable “Número de días en los que se registraron focos de calor por año”. C) Categorías para la variable “Cantidad de focos de calor registrados por año”.</i>	8
<i>Tabla 3: Clases potenciales derivadas de la combinación de los valores de las variables Años en los que se registraron focos de calor, Número de días en los que se registraron focos de calor por año y Cantidad de focos de calor registrados por año para el periodo 2003-2008.</i>	9
<i>Tabla 4: Focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.</i>	10
<i>Tabla 5: Focos de calor discriminados por año y provincia, cantidad total de focos para el período 2003-2008, porcentaje correspondiente a cada provincia, valor medio anual e intervalo de confianza del 95%. Las provincias se ordenaron en orden decreciente según la cantidad total de focos registrados.</i>	12
<i>Tabla 6: Focos de calor discriminados por año y región, cantidad total de focos para el periodo 2003-2008 y porcentaje correspondiente.</i>	15
<i>Tabla 7: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para NEA para cada año del período 2003-2008</i>	17
<i>Tabla 8: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para NOA para cada año del periodo 2003-2008.</i>	19
<i>Tabla 9: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para CENTRO para cada año del período 2003-2008.</i>	21
<i>Tabla 10: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para CENTRAL para cada año del período 2003-2008.</i>	23
<i>Tabla 11: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para PATAGONIA para cada año del período 2003-2008.</i>	25
<i>Tabla 12: Frecuencias, porcentajes relativos y porcentajes totales de unidades cuadradas de 10 por 10 km discriminadas por clases que consideran el número de años, los días promedio con registro de focos de calor y la cantidad promedio de focos de calor por día.</i>	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Número de focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.</i>	10
<i>Figura 2: Número de focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.</i>	15
<i>Figura 3: Curvas promedios de frecuencia de focos por mes para cada región.</i>	16
<i>Figura 4: Distribución mensual de los focos de calor registrados para NEA para cada año del período 2003-2008.</i>	17
<i>Figura 5: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para NEA, expresada en porcentaje.</i>	18
<i>Figura 6: Distribución mensual de los focos de calor registrados para NOA para cada año del período 2003-2008.</i>	19
<i>Figura 7: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para NOA, expresada en porcentaje.</i>	20
<i>Figura 8: Distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRO para cada año del período 2003-2008.</i>	21
<i>Figura 9: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para CENTRO, expresada en porcentaje.</i>	22
<i>Figura 10: Distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRAL para cada año del período 2003-2008.</i>	23
<i>Figura 11: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para CENTRAL, expresada en porcentaje.</i>	24
<i>Figura 12: Distribución mensual de los focos de calor registrados para PATAGONIA para cada año del período 2003-2008.</i>	25
<i>Figura 13: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para PATAGONIA, expresada en porcentaje.</i>	26
<i>Figura 14: A) Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de años con registros. B) Porcentajes ocupados por tales unidades.</i>	28
<i>Figura 15: A) Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de días con registros para todo el período de estudio (2003-2008). B) Porcentajes ocupados por tales unidades.</i>	30
<i>Figura 16: Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de focos para todo el período de estudio (2003-2008).</i>	32
<i>Figura 17: Distribución porcentual de las unidades discriminadas por clases que consideran el número de años y días promedio con registro de focos de calor.</i>	33

INDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1: Provincias argentinas discriminadas según la cantidad total de focos de calor detectados entre 2003 y 2008.</i>	13
<i>Mapa 2: Regionalización usada para las Delegaciones Regionales y los Nodos del Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales.</i>	14
<i>Mapa 3: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de años con registros.</i>	27
<i>Mapa 4: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de días con registros para todo el período de estudio (2003-2008).</i> ..	29
<i>Mapa 5: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de focos para todo el período de estudio (2003-2008).</i>	31
<i>Mapa 6: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas en clases que consideran el número de años y días promedio con registro de focos de calor.</i>	34
<i>Mapa 7: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas en clases que consideran el número de años, los días promedio con registro de focos de calor y la cantidad promedio de focos de calor por día.</i>	35
<i>Mapa 9: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2004, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.</i>	37
<i>Mapa 10: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2005, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.</i>	38
<i>Mapa 11: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2006, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.</i>	38
<i>Mapa 12: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2007, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y, C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.</i>	39
<i>Mapa 13: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2008, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.</i>	39

INTRODUCCION.

El alto desarrollo alcanzado por las tecnologías de Teledetección, o Sensores Remotos, posibilita actualmente la implementación de sistemas de seguimiento de una gran cantidad de fenómenos a nivel global. Cambios en la cobertura del suelo, variables climáticas, inundaciones e incendios, etc. pueden ser monitoreados a partir de imágenes satelitales (Volante *et al.* 2009, TOVAS 2010, Di Bella 2008 y UMSEF 2007)

En cuanto a incendios, diferentes aplicaciones se han desarrollado para su monitoreo (Davies *et al.* 2009), ya que dicho fenómeno es uno de los mayores problemas ecológicos que sufren ambientes como los bosques, por su elevada frecuencia e intensidad (UMSEF 2007). Es así que en el año 2009 en Argentina se promulga la Ley 26.562 de presupuestos mínimos de protección ambiental para el control de actividades de quema en todo el territorio nacional, a los fines de la regulación de estas actividades, que sólo podrán realizarse con la debida autorización, y la prevención de incendios.

En el presente trabajo se utilizaron registros provenientes de la base de datos de focos de calor de MODIS Rapid Response -mix de la versión 3 y 4- (Davies *et al.* 2009), distribuidos por medio del sistema FIRMS (Fire Information for Resource Management System) (FIRMS 2009). La base contiene datos de focos de calor para toda Sudamérica desde el año 2001 al 2008. Debido a la falta de datos para los primeros años, se decidió trabajar con los aquellos registrados entre 2003 y 2008 en Argentina.

Los focos de calor son anomalías térmicas localizadas a partir de imágenes satelitales, que en general se corresponden con incendios (Davies *et al.* 2009; Di Bella 2008). Tales focos son detectados a partir de datos provistos por los sensores MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, Espectroradiómetro de imágenes de mediana resolución en español) montados sobre los satelitales Aqua y Terra de la NASA (Giglio *et al.* 2003). Cada localización de un foco de calor representa el centro de un píxel de aproximadamente un kilómetro de lado, que contiene uno o más incendios o fuegos activos. En la mayoría de los casos, los focos de calor son incendios, salvo algunas ocasiones en las que se trata de erupciones volcánicas o llamaradas de pozos de gas. No es posible saber qué tipo de anomalía térmica es la detectada sólo en base a los datos de MODIS (Davies *et al.* 2009). Más información sobre estos datos puede obtenerse en el sitio web: <http://maps.geog.umd.edu/firms/>.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Caracterizar el Territorio Argentino, categorizando sus diferentes provincias según la incidencia de focos de calor durante el período 2003-2008.
- Representar la variación temporal anual de la ocurrencia de focos de calor, agrupando las provincias por Región.
- Ilustrar patrones de ocurrencia de focos de calor en el Territorio Argentino según variables individuales (temporales y de magnitud) y combinadas.

METODOLOGIA.

El trabajo se dividió en tres etapas:

- Selección de focos de calor para Argentina e incorporación de atributos geográficos, temporales y de confiabilidad.
- Cálculo de estadísticas por provincia, región y país.
- Cálculo de estadísticas por unidades cuadradas de 10 por 10 kilómetros.

Selección de focos de calor para Argentina e incorporación de atributos.

Primeramente se seleccionaron de la base de datos de focos de calor (Davies *et al.* 2009), aquellos detectados para Argentina a partir de una capa de división política a nivel departamental. A cada registro se le agregaron atributos geográficos administrativos, tales como país, región, provincia y departamento. A partir de información contenida en los registros de focos de calor, se generaron otros campos tales como año, mes (nombre y número), categorías de confiabilidad y un campo identificador de los registros con categorías de confiabilidad alta y nominal.

Para generar el campo de categorías de confiabilidad se tomaron los rangos propuestos en MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide Version 2.3 (Giglio 2007), cuyos valores se resumen en la Tabla 1.

CATEGORIA DE CONFIABILIDAD	CAMPO CONFIABILIDAD*
Baja	< 30 %
Nominal	Entre 30 y 80 %
Alta	> 80 %

*valor proveniente de la base de datos de focos de calor.

Tabla 1: Rangos propuestos en la MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide Version 2.3 (Giglio 2007), para clasificar los registros de focos de calor según el grado de confiabilidad.

Para identificar los registros con categorías alta y nominal se generó un campo binario, indicando con el valor 1, aquellos pertenecientes a dichas clases.

Cálculo de estadísticas por provincia, región y país.

En esta etapa, se organizó la información seleccionada en una base de datos tipo Access para facilitar la edición de consultas y la generación de mapas temáticos. A partir de ella se calcularon estadísticas con las que se confeccionaron tablas, gráficos y mapas, al vincular dicha información con capas temáticas en un entorno de Sistema de Información Geográfica.

Cálculo de estadísticas por unidades cuadradas de 10 por 10 kilómetros.

En una tercera instancia, se cruzaron los registros de focos con una grilla compuesta por unidades de 10 kilómetros de lado (100 km² o 10.000 ha). Para cada una se calcularon:

1. Años en los que se registraron focos de calor.
2. Número de días en los que se registraron focos de calor por año.
3. Cantidad de focos de calor registrados por año.

A fin de realizar una caracterización resumida de cada unidad, se derivaron nuevas variables tales como:

1. Cantidad de años con registro de al menos 1 foco de calor.
2. Número de días con registro de al menos un foco para el período de estudio (2003-2008).
3. Promedio de días por año con registro de al menos 1 foco, resultante de dividir el número de días total por la cantidad de años con registros.
4. Número de focos total registrado para el período de estudio.
5. Número promedio de focos por día, resultante de dividir el número total de focos sobre el promedio de días por año con registros.

El resumen final se realizó con los valores de las variables 4, 6 y 8. A cada una se la dividió en tres grupos. Los umbrales utilizados se resumen en la Tabla 2. Se confeccionaron mapas para cada una de estas variables por separado y luego combinadas. Las potenciales clases al combinar las tres se resumen en la Tabla 3.

A) Cantidad de años con registro de al menos 1 foco.

CATEGORIA	DEFINICION
1	Unidades donde se registraron focos en 1 o 2 años
2	Unidades donde se registraron focos en 3 o 4 años
3	Unidades donde se registraron focos en 5 o 6 años

B) Promedio de días por año con registro de al menos 1 foco.

CATEGORIA	DEFINICION
1	Unidades donde se registraron 1 o 2 días por año
2	Unidades donde se registraron entre 3 y 6 días por año
3	Unidades donde se registraron más de 6 días por año

C) Número promedio de focos por día.

CATEGORIA	DEFINICION
1	Unidades donde se registró un foco por día
2	Unidades donde se registraron entre 2 y 3 focos por día
3	Unidades donde se registraron más de 3 focos por día

Tabla 2: Categorización de las variables calculadas en cada unidad cuadrada de 10x10 km. A) Categorías para la variable. “Años en los que se registraron focos de calor”. B) Categorías para la variable “Número de días en los que se registraron focos de calor por año”. C) Categorías para la variable “Cantidad de focos de calor registrados por año”.

Tabla 3: Clases potenciales derivadas de la combinación de los valores de las variables Años en los que se registraron focos de calor, Número de días en los que se registraron focos de calor por año y Cantidad de focos de calor registrados por año para el periodo 2003-2008.

CLASE	VARIABLE AÑOS	VARIABLE DÍAS AL AÑO	VARIABLE FOCOS AL AÑO
111	1 o 2 años	1 o 2 días por año	1 foco por día
112	1 o 2 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día
113	1 o 2 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por día
121	1 o 2 años	3 a 6 días por año	1 foco por día
122	1 o 2 años	3 a 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
123	1 o 2 años	3 a 6 días por año	más de 3 focos por día
131	1 o 2 años	más de 6 días por año	1 foco por día
132	1 o 2 años	más de 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
133	1 o 2 años	más de 6 días por año	más de 3 focos por día
211	3 o 4 años	1 o 2 días por año	1 foco por día
212	3 o 4 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día
213	3 o 4 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por día
221	3 o 4 años	3 a 6 días por año	1 foco por día
222	3 o 4 años	3 a 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
223	3 o 4 años	3 a 6 días por año	más de 3 focos por día
231	3 o 4 años	más de 6 días por año	1 foco por día
232	3 o 4 años	más de 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
233	3 o 4 años	más de 6 días por año	más de 3 focos por día
311	5 o 6 años	1 o 2 días por año	1 foco por día
312	5 o 6 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día
313	5 o 6 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por día
321	5 o 6 años	3 a 6 días por año	1 foco por día
322	5 o 6 años	3 a 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
323	5 o 6 años	3 a 6 días por año	más de 3 focos por día
331	5 o 6 años	más de 6 días por año	1 foco por día
332	5 o 6 años	más de 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día
333	5 o 6 años	más de 6 días por año	más de 3 focos por día

RESULTADOS.

Focos de calor para Argentina.

En la Figura 1 y Tabla 4 se muestra la cantidad de focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.

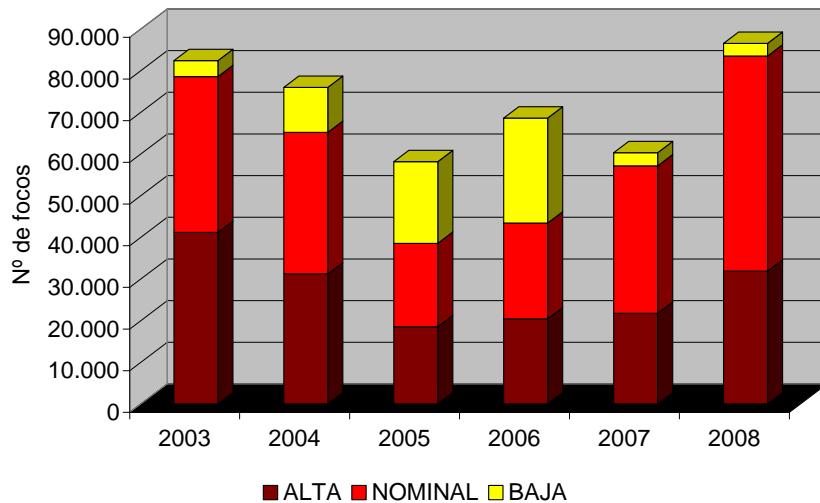


Figura 1: Número de focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.

El valor promedio de focos por año para el país fue de 71.939 (+/- 9.304 –intervalo de confianza (IC) 95%-), considerando todos los datos. Al analizar las categorías de confianza, se encontró que en general las clases alta y nominal comprendieron más del 95 % de los datos para los años 2003, 2007 y 2008. Para los años 2005 y 2006 ambas clases alcanzaron poco más del 60% y para el 2004, el porcentaje ascendió a poco más del 85%. Para los años 2003, 2007 y 2008 la proporción de focos de calor pertenecientes a la clase de baja confiabilidad fue menor al 5%. Para el 2004 esta proporción ascendió a 14% y para 2005 y 2006, superó el 30% (Tablas 4). Luego de interpretar estos resultados se decidió trabajar durante todo el análisis posterior solamente con los focos de calor pertenecientes a las categorías alta y nominal. Por ello, el valor promedio de focos por año para Argentina para el período 2003-2008, considerando únicamente los focos de alta y nominal confiabilidad, fue de 61.012 (+/-14.578 –IC 95 %-).

Tabla 4: Focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.

A) Cantidad de focos.

AÑO	CATEGORIA DE CONFIANZA			TOTAL ANUAL
	ALTA	NOMINAL	BAJA	
2003	41.128	37.387	3.822	82.337
2004	31.166	33.969	10.777	75.912
2005	18.473	20.039	19.576	58.088
2006	20.380	22.984	25.197	68.561
2007	21.722	35.376	3.141	60.239
2008	31.828	51.618	3.053	86.499

B) Frecuencias relativas

AÑO	CATEGORIA DE CONFIANZA			TOTAL ANUAL
	ALTA	NOMINAL	BAJA	
2003	50	45	5	100
2004	41	45	14	100
2005	32	34	34	100
2006	30	34	37	100
2007	36	59	5	100
2008	37	60	4	100

Focos de calor por Provincia.

La cantidad de focos de calor detectados para Argentina se discriminó por provincia (Tabla 5 y Mapa 1).

La provincia con mayor cantidad de focos, para el período 2003-2008, fue Santiago del Estero con un total de 73.327 registros, que representan el 20% de los detectados para todo el país y un valor promedio de 12.221 focos de calor por año (+/- 3.016 –IC 95%–). En segundo lugar se posicionó Chaco, con 48.507 focos, un porcentaje de 13% y un promedio de 8.085 focos de calor por año (+/- 2.673 –IC 95%–). El tercer lugar fue ocupado por Salta, provincia en la cual se contabilizaron 44.155 focos (12% del total) y un promedio anual de 7.359 focos de calor (+/- 1.245 –IC 95%–). Santa Fe y Formosa se posicionaron en cuarto y quinto lugar con un total de 38.123 (promedio anual 6.369) y 36.943 (promedio anual 6.157) focos respectivamente, que representaron porciones de 10% del total para el país. A continuación siguieron Corrientes (29.208 focos; 8% del total y promedio anual 4.868 focos) y Entre Ríos (20.582, 6% del total y un promedio por año de 3.430 focos de calor).

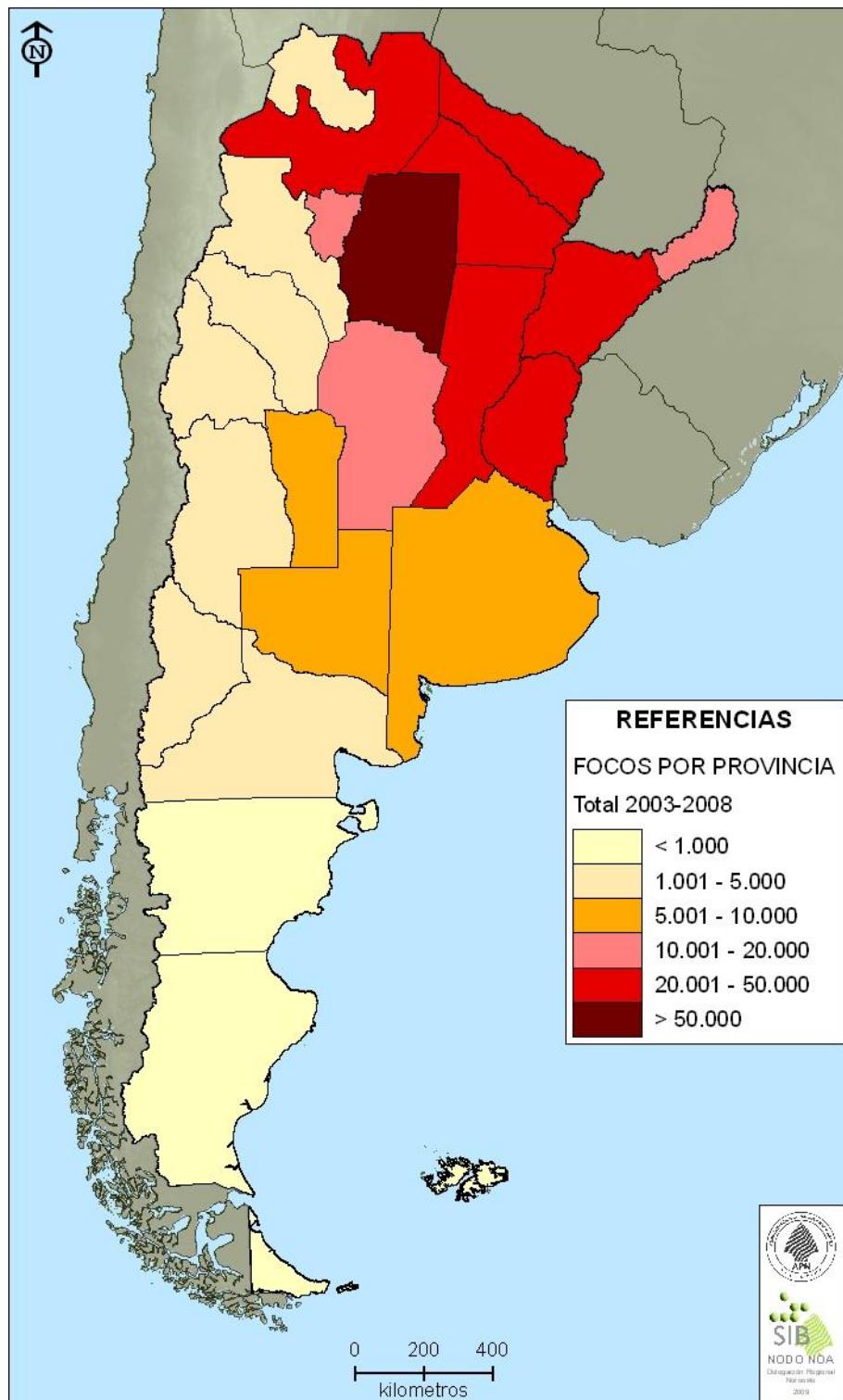
Para Córdoba, Misiones, Tucumán, Buenos Aires, San Luis y La Pampa se calcularon entre 10.000 y 5.000 focos para el período 2003-2008, con valores promedio anuales variables entre los 900 y 1.800 focos de calor. Todas estas provincias representaron porcentajes del 3 y 2% del total. Finalmente se posicionaron Mendoza, Catamarca, Jujuy, Río Negro, San Juan, La Rioja, Neuquén, Chubut, Santa Cruz, las Islas Malvinas, Tierra del Fuego y Capital Federal, provincias donde se contabilizaron menos de 5.000 focos para el período 2003-2008 y valores promedios menores a los 500 focos de calor anuales.

Tabla 5: Focos de calor discriminados por año y provincia, cantidad total de focos para el período 2003-2008, porcentaje correspondiente a cada provincia, valor medio anual e intervalo de confianza del 95%. Las provincias se ordenaron en orden decreciente según la cantidad total de focos registrados.

PROVINCIA	FOCOS DE CALOR									IC 95 % (+/-)
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	%	MEDIA	
Santiago del Estero	16.998	14.765	7.233	8.277	13.011	13.043	73.327	20	12.221	3.016
Chaco	13.082	9.187	4.147	4.699	7.727	9.665	48.507	13	8.085	2.673
Salta	5.364	7.158	7.483	6.016	9.529	8.605	44.155	12	7.359	1.245
Santa Fe	6.331	7.783	2.869	4.483	6.292	10.455	38.213	10	6.369	2.102
Formosa	9.403	4.992	2.848	4.043	6.359	9.298	36.943	10	6.157	2.183
Corrientes	5.190	5.842	3.386	4.824	3.553	6.413	29.208	8	4.868	971
Entre Ríos	944	4.212	617	2.852	548	11.409	20.582	6	3.430	3.338
Cordoba	3.488	1.886	1.037	1.410	937	1.973	10.731	3	1.789	748
Misiones	2.170	2.087	1.234	999	1.959	1.952	10.401	3	1.734	392
Tucuman	2.402	1.474	1.215	1.237	1.719	2.222	10.269	3	1.712	403
Buenos Aires	1.719	1.668	1.172	818	1.240	3.030	9.647	3	1.608	619
San Luis	3.316	492	1.186	869	1.009	1.518	8.390	2	1.398	799
La Pampa	1.782	660	965	802	373	1.044	5.626	2	938	382
Mendoza	2.034	282	431	362	438	629	4.176	1	696	533
Catamarca	1.465	613	332	342	474	426	3.652	1	609	346
Jujuy	697	551	558	280	634	589	3.309	1	552	115
Rio Negro	566	260	1.036	419	430	345	3.056	1	509	222
San Juan	509	351	210	250	380	206	1.906	1	318	95
La Rioja	721	510	100	78	119	161	1.689	0	282	215
Neuquen	244	189	278	215	187	230	1.343	0	224	28
Chubut	74	72	116	33	99	112	506	0	84	25
Santa Cruz	11	83	41	34	68	75	312	0	52	22
Islas Malvinas*	4	15	14	18	7	13	71	0	12	4
Tierra del Fuego	1	3	2	4	3	32	45	0	8	10
Capital Federal*	0	0	2	0	3	1	6	0	2	1
TOTAL POR AÑO	78.515	65.135	38.512	43.364	57.098	83.446	366.070	61.012		14.578

*: Fueron considerados como provincias durante el análisis.

IC 95%: intervalo de confianza al 95%.



Mapa 1: Provincias argentinas discriminadas según la cantidad total de focos de calor detectados entre 2003 y 2008.

Focos por Región y su distribución temporal.

A fin de realizar un análisis global de los focos de calor y estudiar su distribución temporal, se dividió el país en regiones, respetando la regionalización usada para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Argentina y los Nodos del Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales (Figura 2 y Mapa 2).

Mapa 2: Regionalización usada para las Delegaciones Regionales y los Nodos del Sistema de Información de Biodiversidad de la Administración de Parques Nacionales.



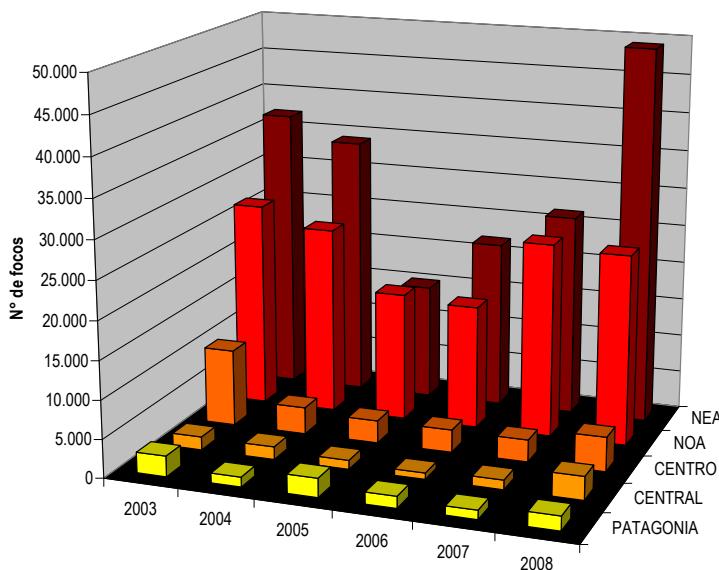


Figura 2: Número de focos de calor detectados para Argentina, para el período comprendido entre 2003 y 2008, discriminados por año y categoría de confianza.

La Región donde mayor cantidad de focos se registró, para el intervalo de tiempo considerado, fue NEA (183.854 focos), seguida por NOA (134.712), CENTRO (26.892), PATAGONIA (10.959) y CENTRAL (9.653).

El valor promedio de focos por año para NEA fue de 30.642 ± 9.693 (IC 95%), para NOA 22.452 ± 3.758 (IC 95%), CENTRO 4.482 ± 2.243 (IC 95%), PATAGONIA 1.827 ± 499 (IC 95%) y CENTRAL 1.609 ± 618 (IC 95%).

Tabla 6: Focos de calor discriminados por año y región, cantidad total de focos para el periodo 2003-2008 y porcentaje correspondiente.

REGION	2003	2004	2005	2006	2007	2008	TOTAL	MEDIA	IC (95%)
NEA	37.120	34.103	15.101	21.900	26.438	49.192	183.854	30.642	9.693
NOA	26.926	24.561	16.821	16.152	25.367	24.885	134.712	22.452	3.758
CENTRO	10.068	3.521	2.964	2.969	2.883	4.487	26.892	4.482	2.243
PATAGONIA	2.682	1.282	2.452	1.525	1.167	1.851	10.959	1.827	499
CENTRAL	1.719	1.668	1.174	818	1.243	3.031	9.653	1.609	618

Para estudiar la distribución temporal de los focos en cada región, se calculó para cada año la frecuencia de focos por mes. A partir de estos datos y para facilitar la interpretación de los mismos se calculó una curva promedio para cada una (Figura 3).

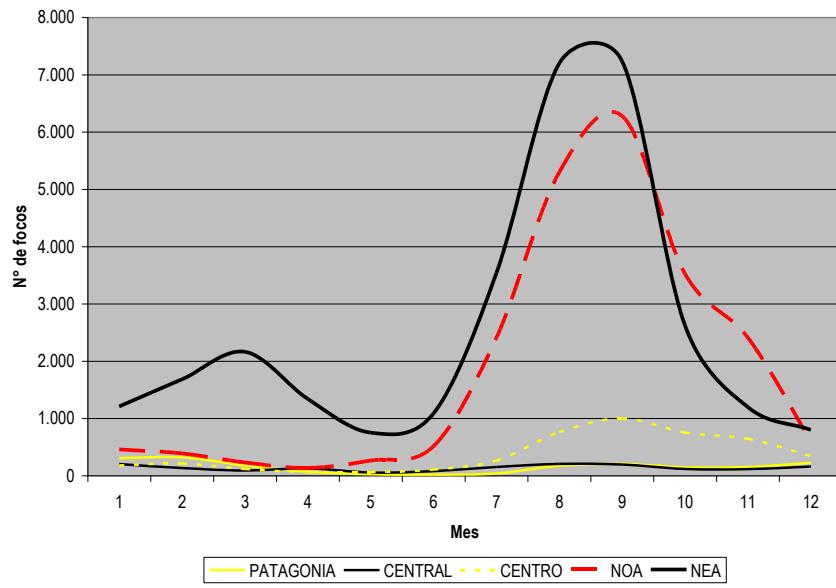


Figura 3: Curvas promedios de frecuencia de focos por mes para cada región.

Distribución temporal de focos de calor para NEA.

En la Figura 4, se muestra la distribución mensual de los focos de calor registrados para NEA para cada año del período 2003-2008. A partir de estos datos, se calcularon valores promedio mensuales de frecuencia de focos de calor (Tabla 7). En la Figura 5 se graficaron estos valores expresados en porcentaje.

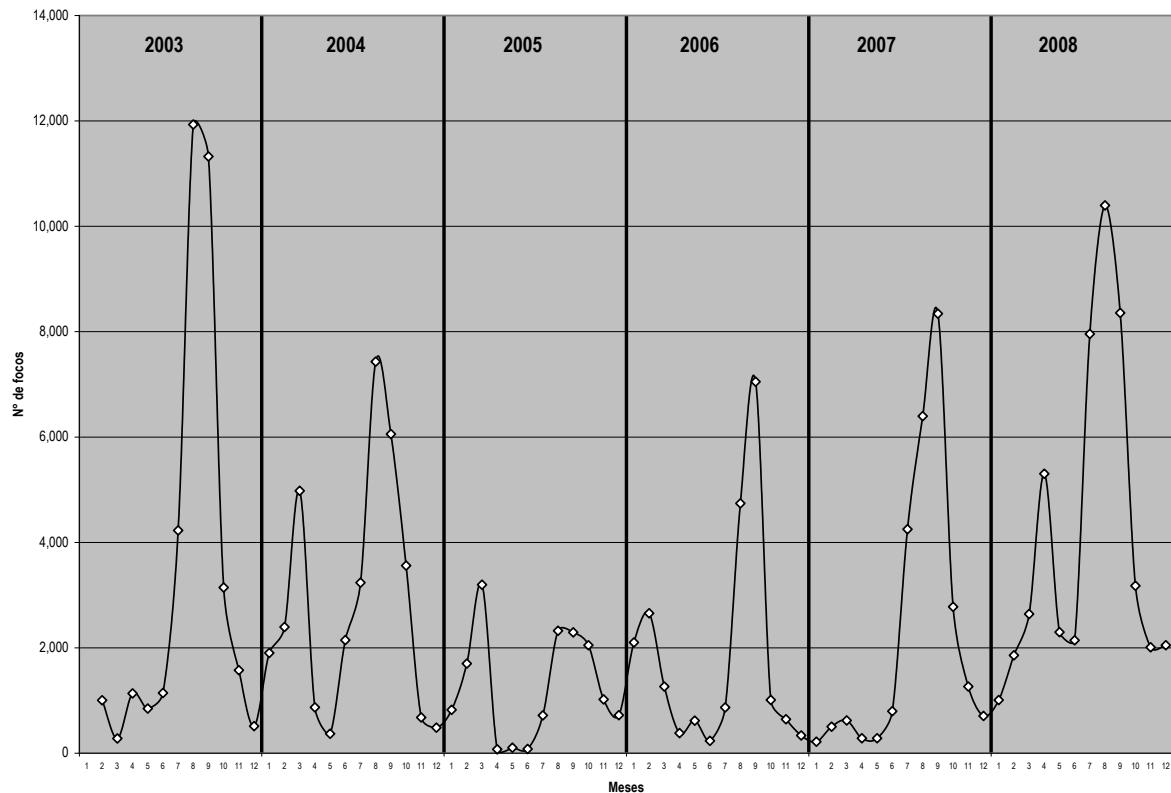


Figura 4: Distribución mensual de los focos de calor registrados para NEA para cada año del período 2003-2008.

Para NEA, se observó una distribución promedio bimodal, generalmente con un pico pequeño en marzo, y otro mucho más alto en los meses de agosto y setiembre (Figura 5).

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	1.210	1.686	2.164	1.340	753	1.090	3.542	7.203	7.237	2.620	1.199	802
%	4	5	7	4	2	4	11	23	23	8	4	3
% acumulado	4	9	16	21	23	27	38	62	85	94	97	100

Tabla 7: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para NEA para cada año del período 2003-2008

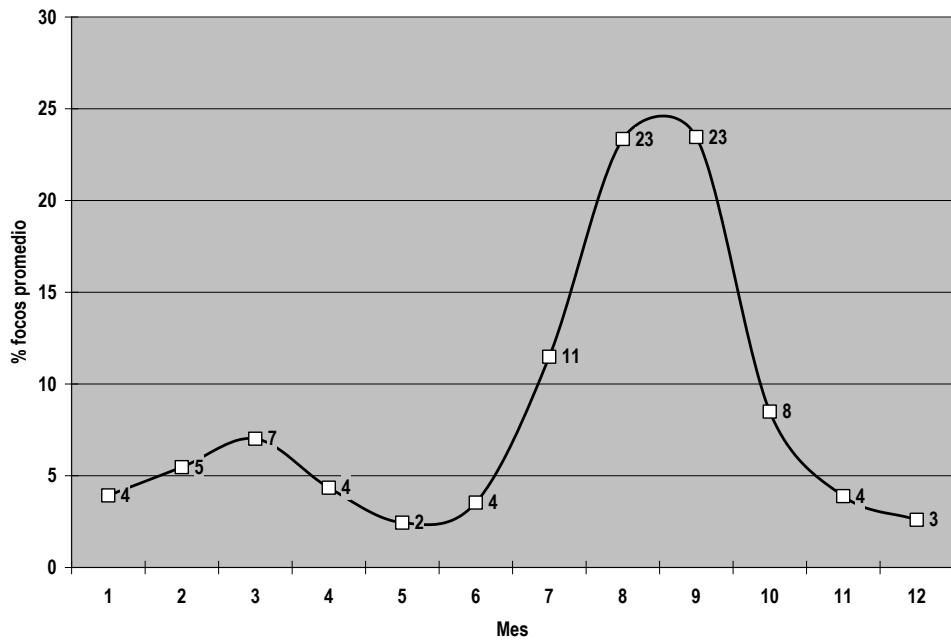


Figura 5: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para NEA, expresada en porcentaje.

A partir del mes de enero, la cantidad de focos promedio aumenta ligeramente hasta marzo, desde unos 1.200 focos hasta casi 2.200, y luego disminuye hacia mayo, llegando a poco más de 700. Desde ese mes, la cantidad de focos se incrementa aceleradamente hasta llegar al máximo en agosto y setiembre, donde se registraron unos 7.200 focos promedio por mes. A partir de setiembre, la frecuencia de focos desciende sustancialmente hasta llegar a unos 800 focos en diciembre.

Distribución temporal de focos de calor para NOA.

En la Figura 6, se muestra la distribución mensual de los focos de calor registrados en NOA para cada año del período 2003-2008. A partir de estos datos, se calcularon valores promedio mensuales de frecuencia de focos de calor (Tabla 8). En la Figura 7 se grafican estos valores expresados como porcentaje.

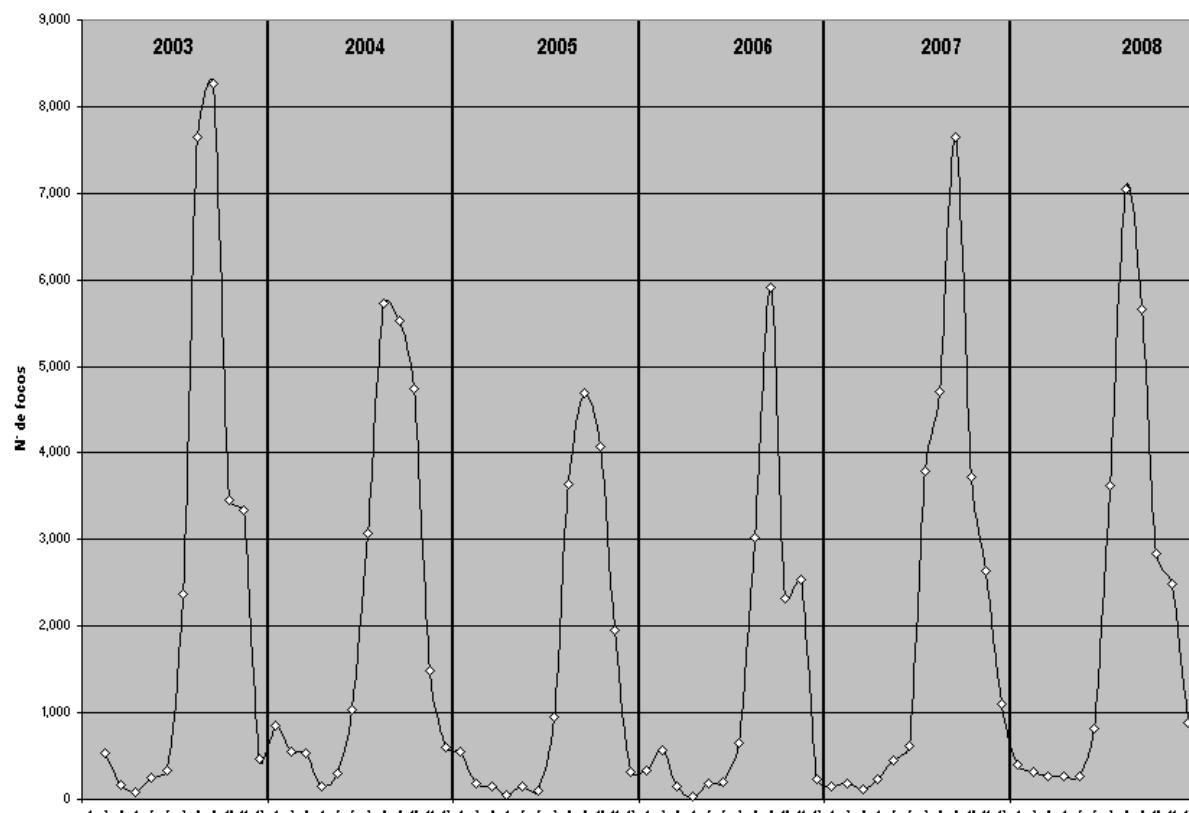


Figura 6: Distribución mensual de los focos de calor registrados para NOA para cada año del período 2003-2008.

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	460	389	232	138	267	517	2,412	5,301	6,282	3,522	2,408	602
%	2	2	1	1	1	2	11	24	28	16	11	3
% acumulado	2	4	5	5	7	9	20	43	71	87	97	100

Tabla 8: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para NOA para cada año del período 2003-2008.

Para NOA se observó una distribución unimodal, con un máximo que ocurre en el mes de setiembre, coincidiendo con la época más seca del año? (Figura 7).

La cantidad promedio de focos disminuye de enero a abril, desde 460 a 138, y luego aumenta lentamente hasta junio. A partir de este mes, los focos se incrementan aceleradamente hasta alcanzar su valor máximo en setiembre, desde los 500 focos hasta los 6.000 por mes. Luego la cantidad de focos baja en forma abrupta hasta diciembre, mostrando una desaceleración en noviembre, hasta alcanzar finalmente los 600 focos por mes.

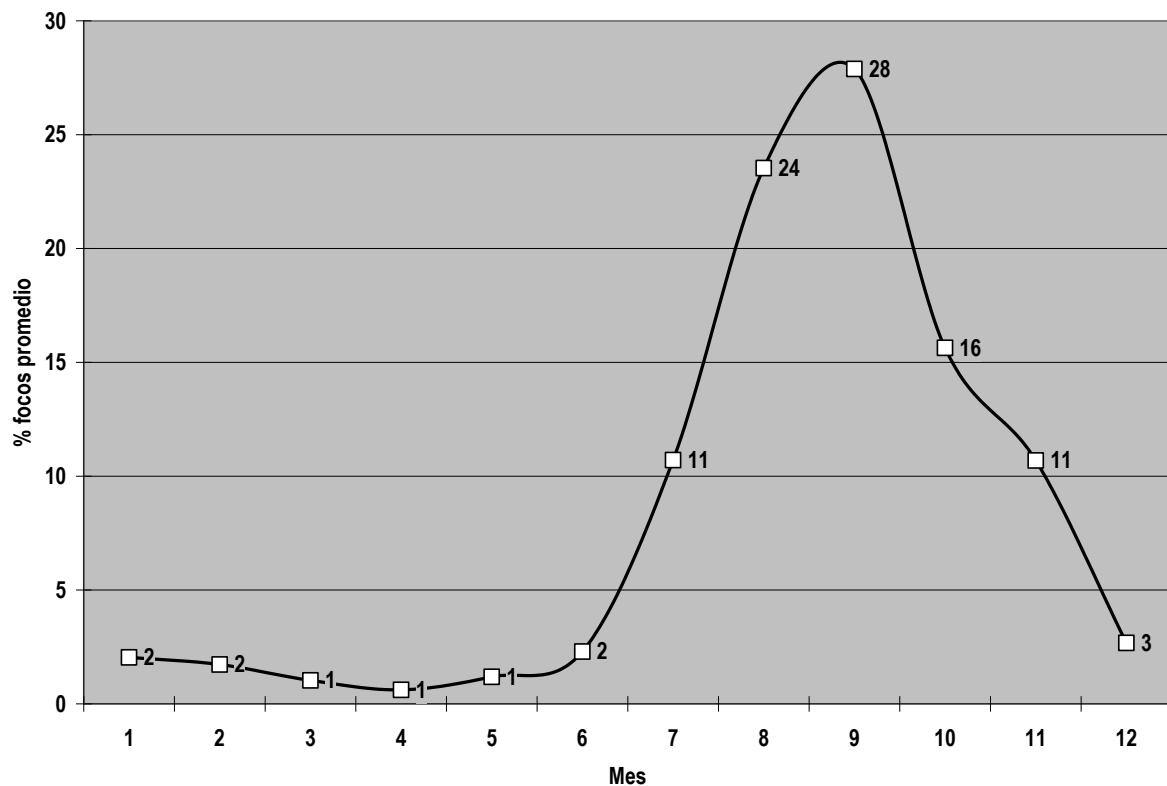


Figura 7: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para NOA, expresada en porcentaje.

Distribución temporal de focos de calor para CENTRO.

En la Figura 8, se muestra la distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRO para cada año del período 2003-2008. A partir de estos datos, se calcularon valores promedio mensuales de frecuencia de focos de calor (Tabla 9). En la Figura 9 se grafican estos valores expresados como porcentaje.

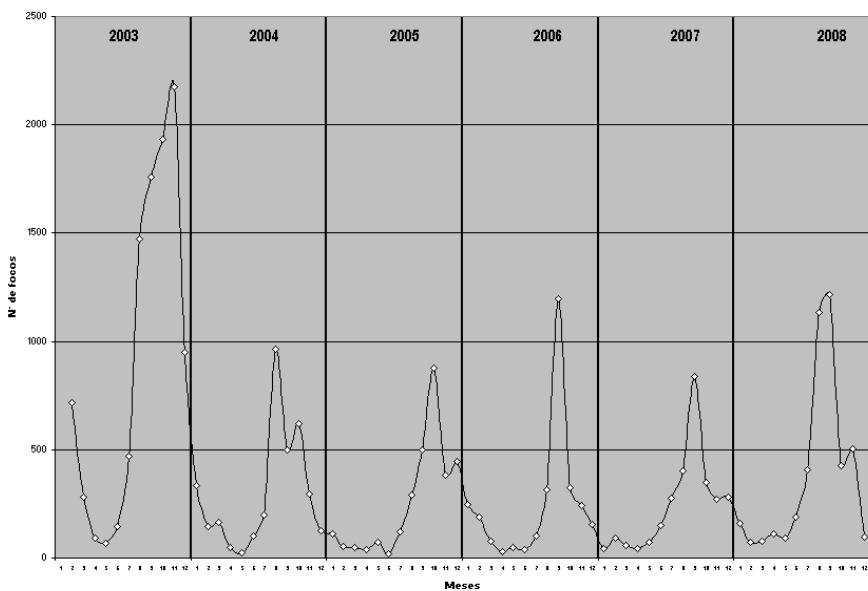


Figura 8: Distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRO para cada año del período 2003-2008.

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	180	212	119	61	62	107	264	763	1.002	755	646	344
%	4	5	3	1	1	2	6	17	22	17	14	8
% acumulado	4	9	11	13	14	16	22	39	61	78	92	100

Tabla 9: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para CENTRO para cada año del período 2003-2008.

Para CENTRO, se observó una distribución promedio bimodal, con dos picos: uno bajo, que ocurre en febrero, y otro más alto, en setiembre (Figura 9).

Entre enero y febrero la cantidad de focos por mes asciende de 180 a 212, para luego descender hacia abril y mayo alcanzando valores menores a 61. A partir de mayo, la frecuencia de focos tiende a incrementarse y alcanza el pico máximo en setiembre, poco más de 1.000 focos por mes. Luego de este mes, la cantidad de focos merma hasta alcanzar los 344 focos.

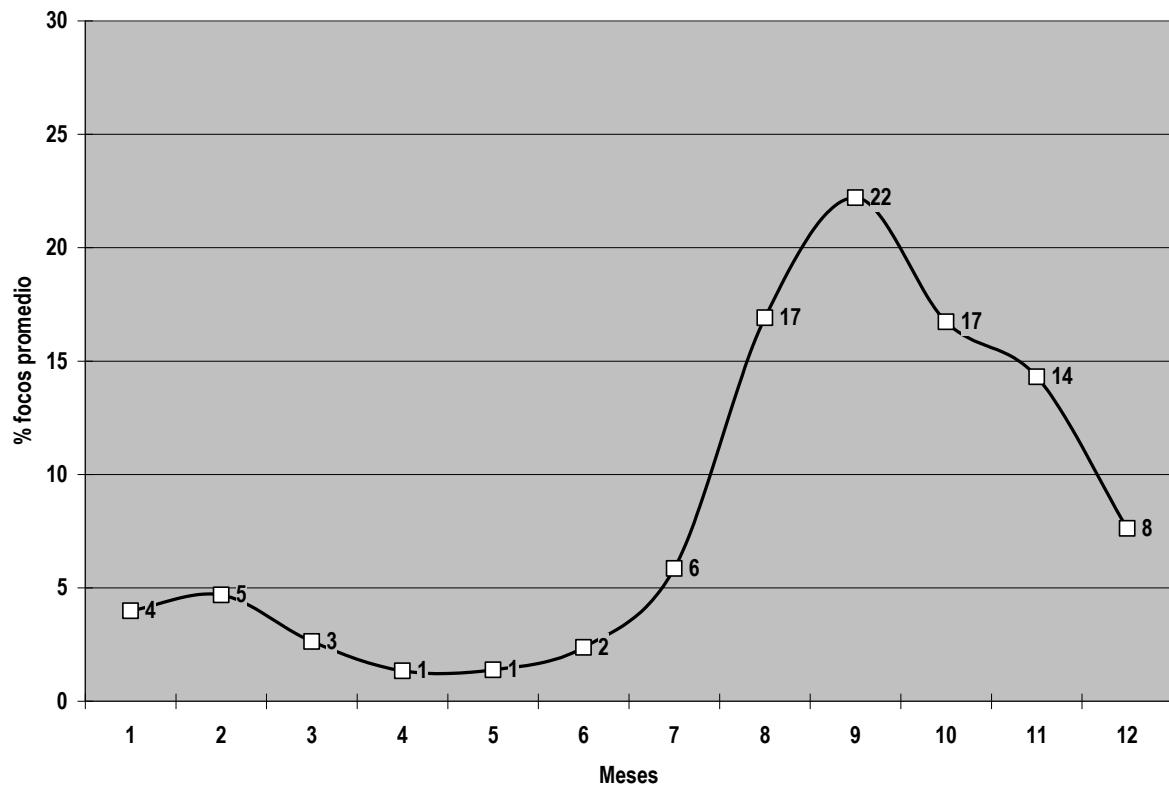


Figura 9: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para CENTRO, expresada en porcentaje.

Distribución temporal de focos de calor para CENTRAL.

En la Figura 10, se muestra la distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRAL para cada año del período 2003-2008. A partir de estos datos, se calcularon valores promedio mensuales de frecuencia de focos de calor (Tabla 10). En la Figura 11, se grafican estos valores expresados en porcentaje.

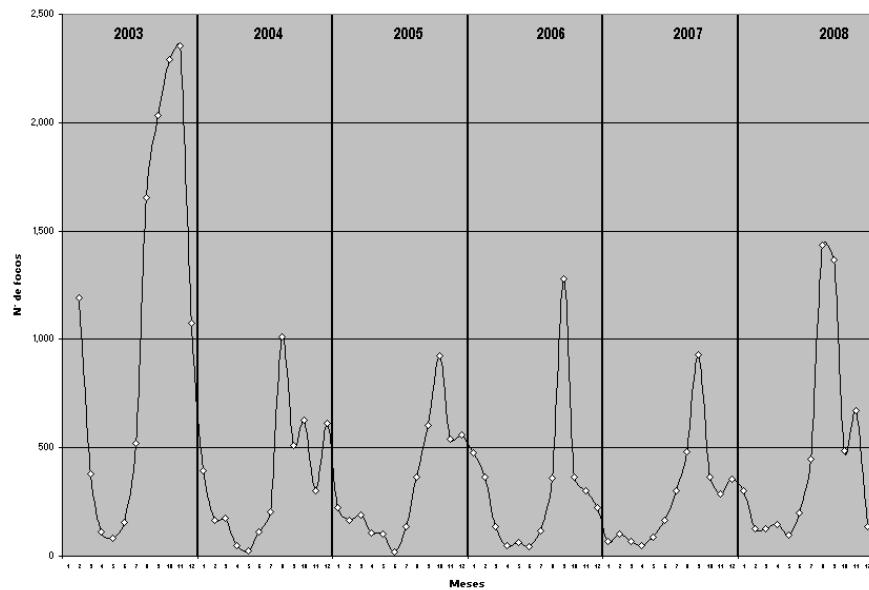


Figura 10: Distribución mensual de los focos de calor registrados para CENTRAL para cada año del período 2003-2008.

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	203	133	91	129	57	82	152	206	196	119	115	160
%	12	8	6	8	3	5	9	13	12	7	7	10
% acumulado	12	20	26	34	37	42	52	64	76	83	90	100

Tabla 10: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para CENTRAL para cada año del período 2003-2008.

Para CENTRAL se obtuvo una curva trimodal. Agosto resultó el mes con el pico más elevado, seguido por enero y abril.

La curva, luego del pico de enero desciende hasta marzo (203 a 91), para nuevamente subir en abril (129). Un nuevo descenso en la cantidad de focos se observa hasta mayo, mes a partir del cual la frecuencia se eleva hasta a agosto, llegando a los 206 focos por mes. Entre este mes y setiembre se forma una cuasi meseta, que luego da pie a una disminución de la cantidad de focos, formándose otra meseta, baja en este caso, entre octubre y noviembre (119 y 115 focos respectivamente). Finalmente el número de focos promedio se incrementa en el mes de diciembre (160).

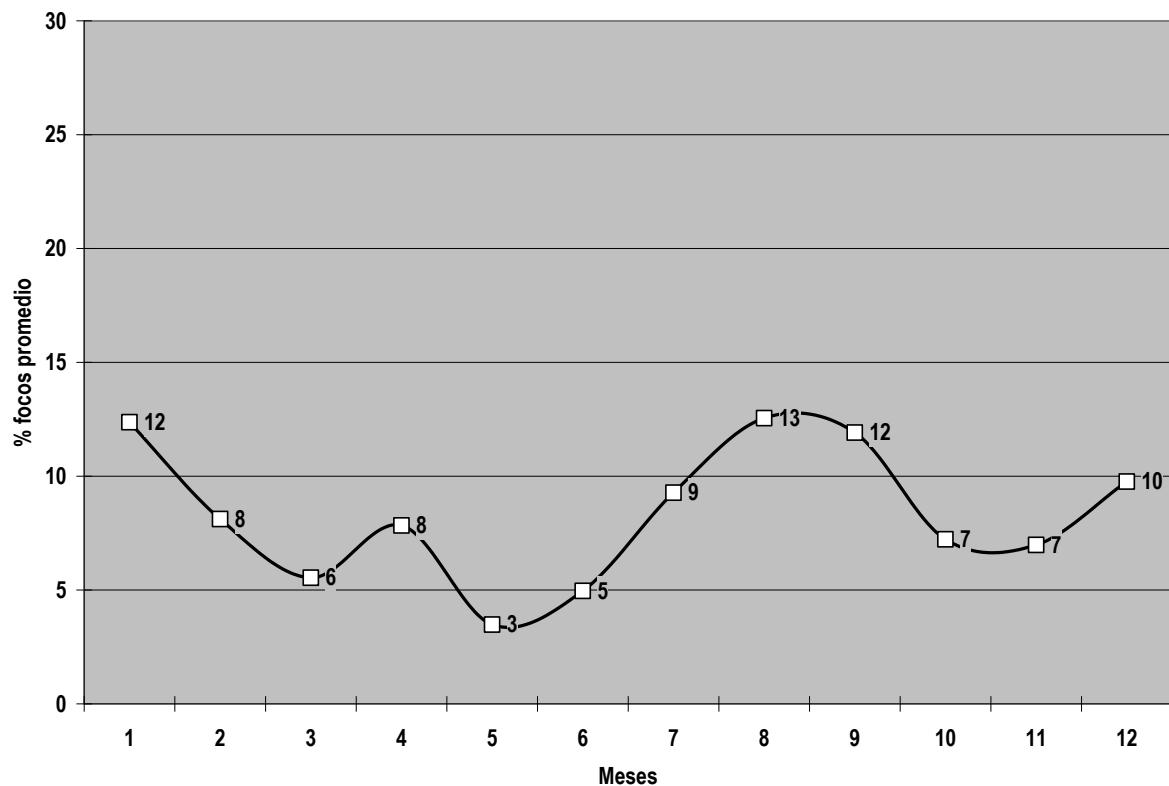


Figura 11: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para CENTRAL., expresada en porcentaje.

Distribución temporal de focos de calor para PATAGONIA.

En la Figura 12, se muestra la distribución mensual de los focos de calor registrados para PATAGONIA para cada año del período 2003-2008. A partir de estos datos, se calcularon valores promedio mensuales de frecuencia de focos de calor (Tabla 11). En la Figura 13, se grafican estos valores expresados en porcentaje.

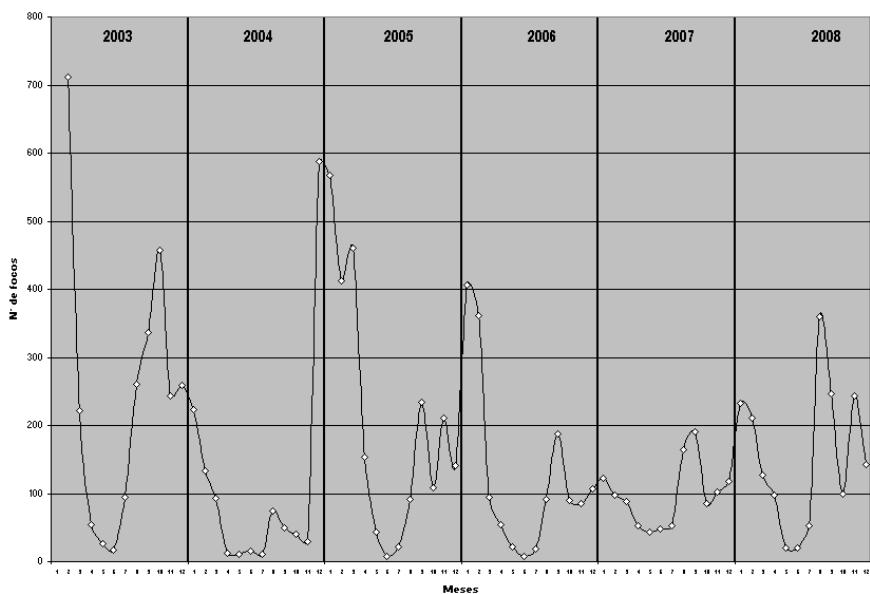


Figura 12: Distribución mensual de los focos de calor registrados para PATAGONIA para cada año del período 2003-2008.

	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Frecuencia	310	321	181	71	28	19	42	174	207	147	153	226
%	17	17	10	4	1	1	2	9	11	8	8	12
% acumulado	17	34	43	47	49	50	52	61	72	80	88	100

Tabla 11: Frecuencia mensual, porcentaje y porcentaje acumulado de los focos de calor registrados para PATAGONIA para cada año del período 2003-2008.

Para PATAGONIA se observó una curva promedio bimodal, con un máximo alto en enero y otro en setiembre, mucho menor (Figura 13). A partir de enero, el número de focos desciende abruptamente hasta junio (310 a 19). Luego la cantidad de focos aumenta hasta setiembre alcanzando los 207 por mes. A partir de este mes, la frecuencia baja hasta noviembre y en diciembre se incrementa nuevamente.

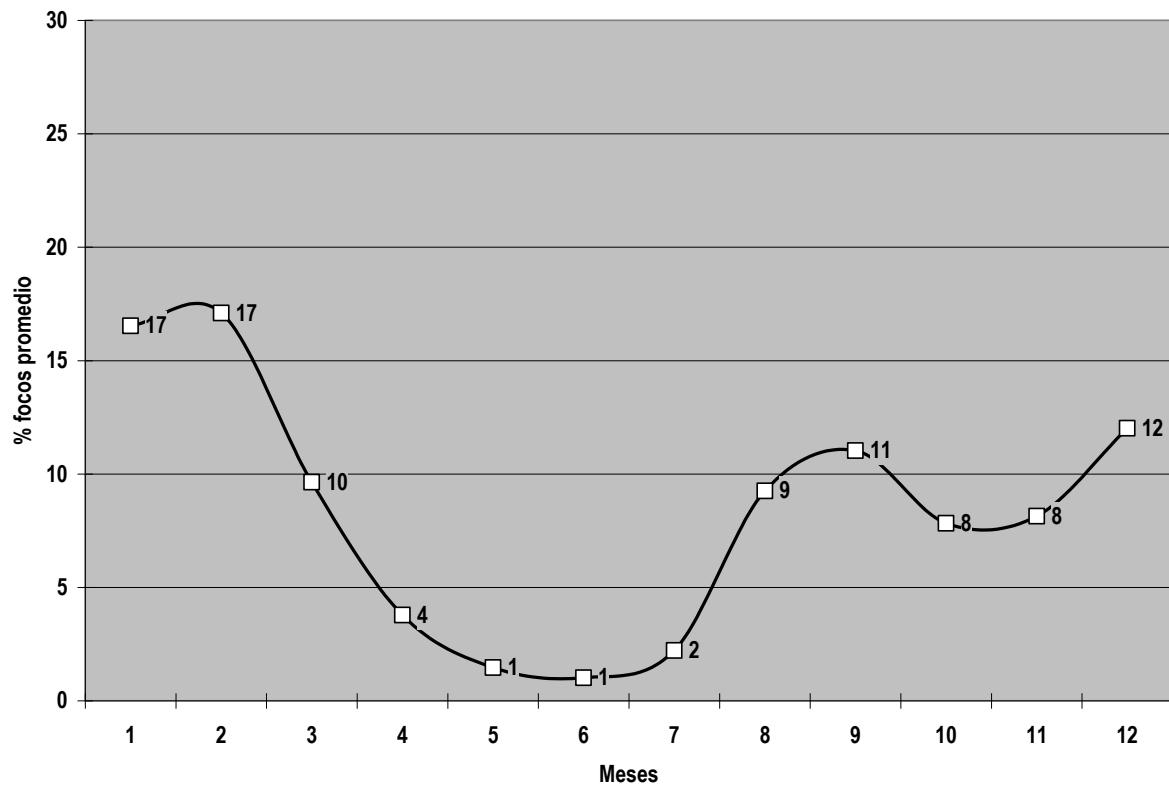


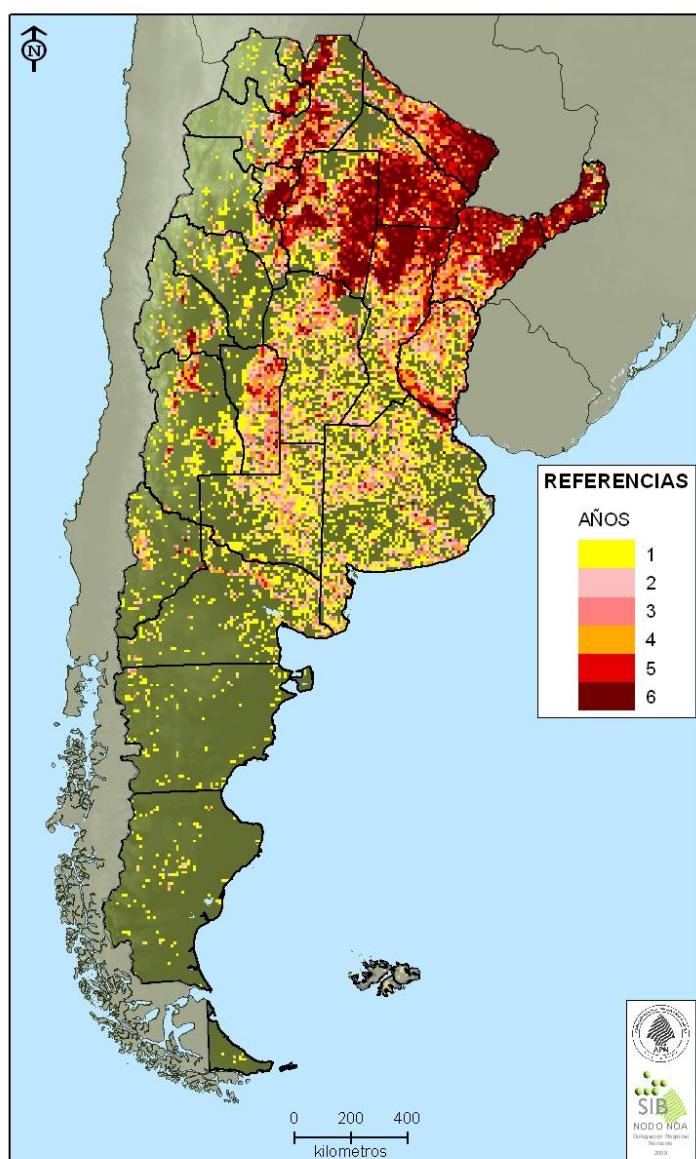
Figura 13: Distribución mensual promedio de focos de calor -período 2003-2008-, registrados para PATAGONIA, expresada en porcentaje.

Análisis de los focos de calor para Argentina por unidades.

A fin de visualizar espacialmente la distribución de los focos de calor, se cruzó dicha información con una grilla de unidades cuadradas, de 10 kilómetros de lado, que cubre todo el país (28.979 unidades).

Primeramente se calculó para cada unidad, la cantidad de años donde se detectó al menos 1 foco de calor. En 13.192 unidades se detectó al menos 1 foco de calor en el período 2003-2008 (46% de las unidades que componen la grilla).

En un 32% de ellas se registraron focos en al menos 1 año. En un 18% se registraron focos durante 2 años. Las proporciones ocupadas por unidades con registro de focos en 3, 4 o 5 años resultaron similares, alcanzando 11, 10 y 11% respectivamente. Finalmente en un 18% se contabilizaron focos en los 6 años del período de estudio (Mapa 3 y Figura 14).



Mapa 3: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de años con registros.

Tal como puede observarse en el Mapa 3, la mayor parte de las unidades con más años de registros de focos se concentraron en el Norte del País.

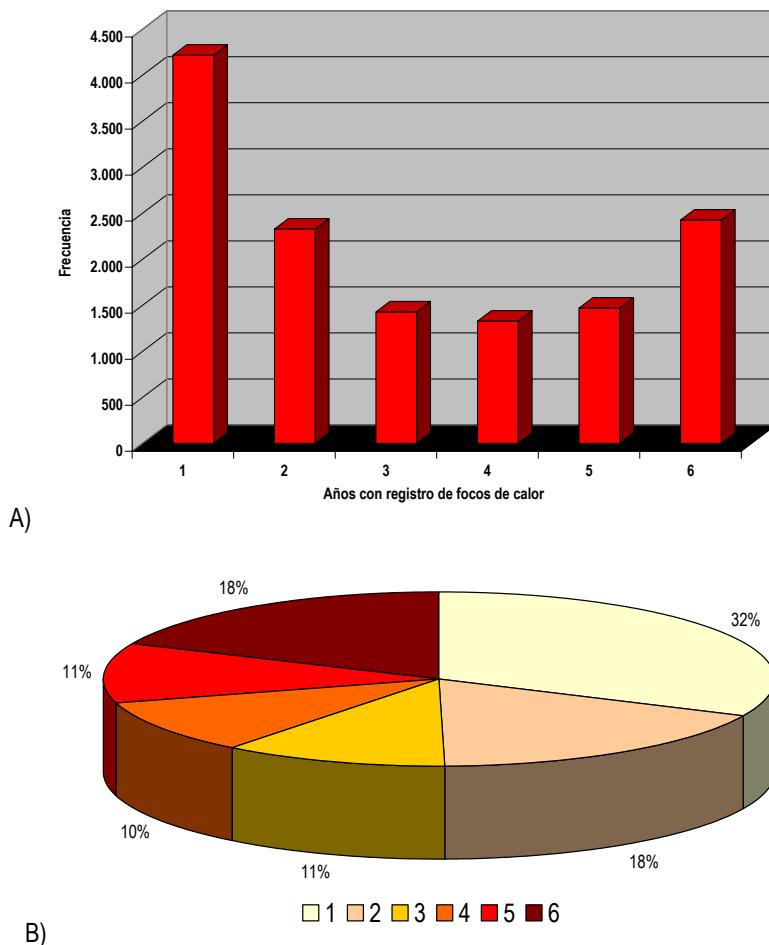
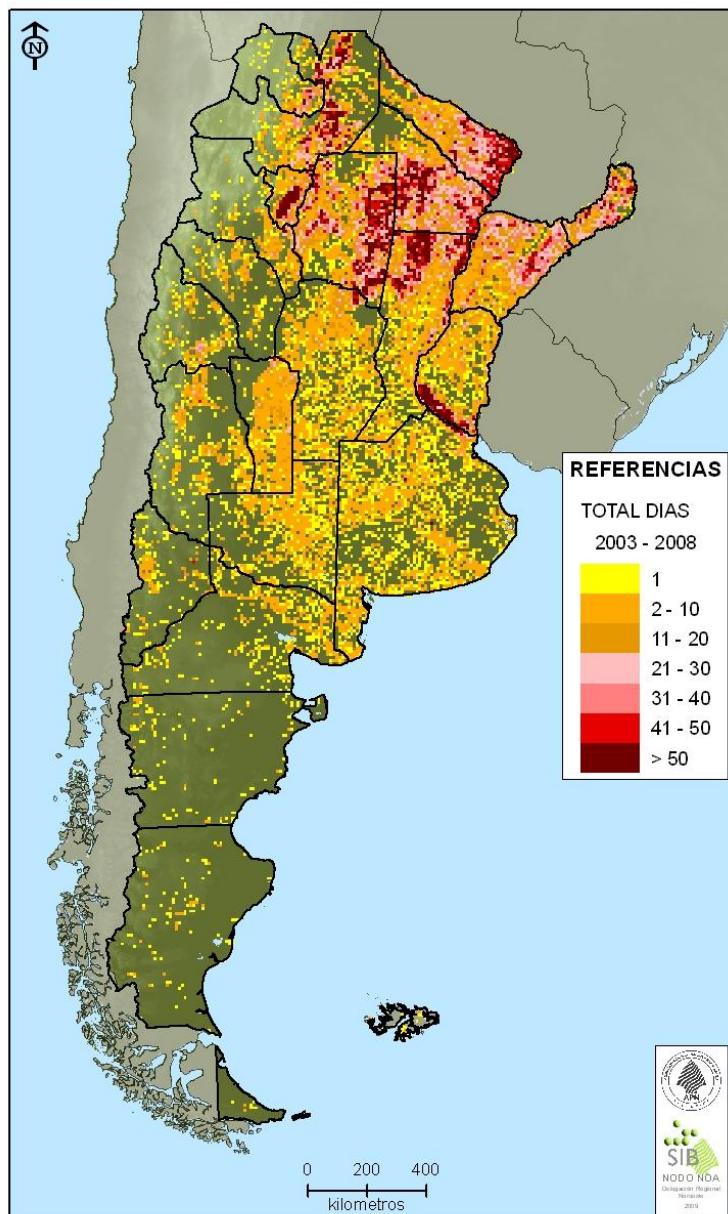


Figura 14: A) Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de años con registros. B) Porcentajes ocupados por tales unidades.

En segunda instancia, se calculó la cantidad de días con registro de focos de calor para todo el período de estudio. En un 24% de las unidades se registró solo un día con focos de calor, las unidades con 2 a 10 días sumaron el 4 % y aquellas con 11 a 20, el 11%. Las unidades con 21 a 30 días comprendieron el 8% de las unidades y, finalmente aquellas con 31 a 40 días, 41 a 50 y más de 50 días abarcaron el 6, 3 y 6% respectivamente (Mapa 4 y Figura 15).



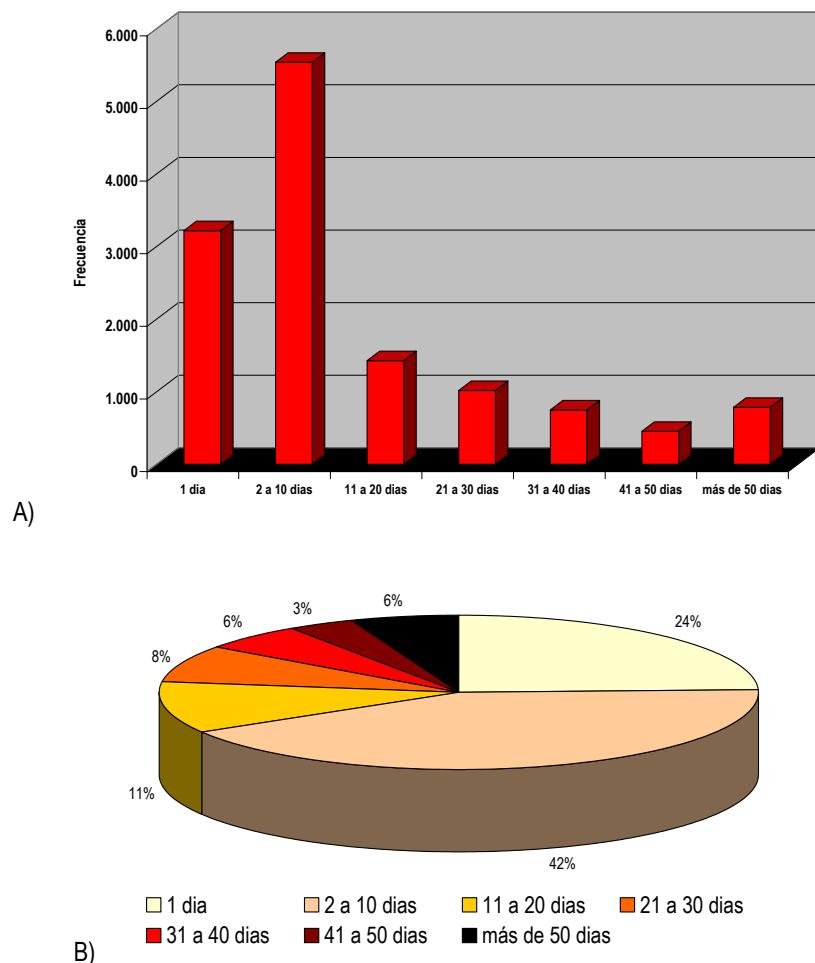
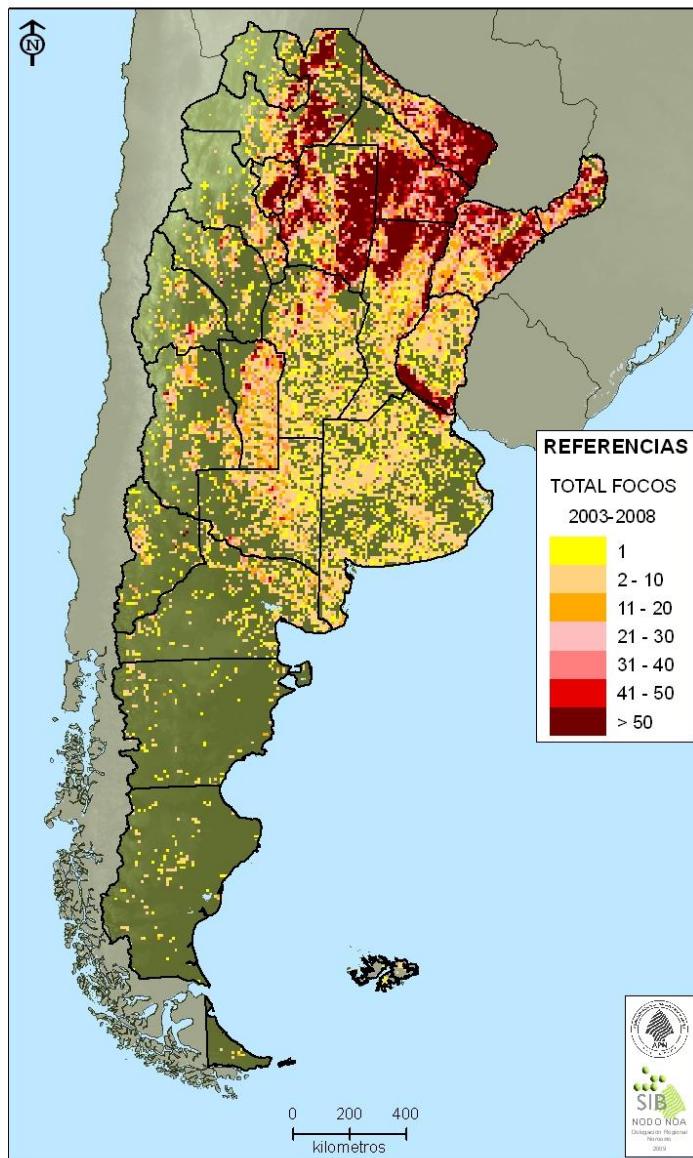


Figura 15: A) Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de días con registros para todo el período de estudio (2003-2008). B) Porcentajes ocupados por tales unidades.

Finalmente se calculó la cantidad de focos de calor por unidad para todo el período de estudio (Mapa 5 y Figura 16). En el 15% de las unidades se registró al menos 1 foco de calor, en un 40% se registraron entre 2 y 10 focos y en un 11% entre 11 y 20. Las unidades con entre 21 y 30 focos abarcaron un 7% de las unidades y las con 31 a 40 y 41 a 50 comprendieron un 5 y un 4%, respectivamente. Finalmente las unidades con más de 50 focos detectados totalizaron el 18% de las unidades.



Mapa 5: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de focos para todo el período de estudio (2003-2008).

Las unidades con mayor cantidad de focos de calor registrados se concentraron nuevamente en las provincias del Norte y al sur de Entre Ríos.

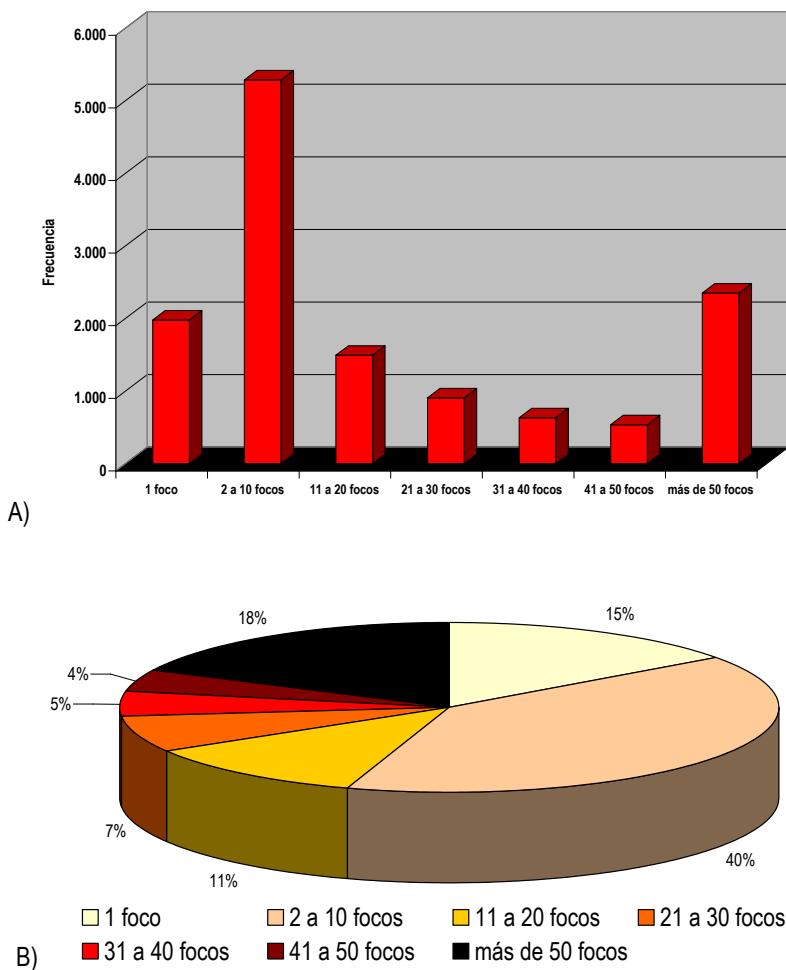


Figura 16: Distribución de frecuencias de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas por número de focos para todo el período de estudio (2003-2008).

A manera de resumen se clasificaron las unidades, en primera instancia según dos variables, años y días por año con registros de focos de calor.

En un 37% del total de unidades con focos, se contabilizó un promedio de 1 o 2 días con registros durante 1 o 2 años. En un 14%, se detectaron 1 o 2 días con focos ocurriendo durante 3 o 4 años. Un 32% de las unidades registró durante 5 o 6 años períodos de 1 o 2 días con focos, y en un 13%, sumaron las unidades con registros de 3 a 6 días con focos ocurriendo durante 5 o 6 años. Finalmente las unidades que registraron focos durante 5 o 6 años, en períodos superiores a los 6 días al año, sumaron un 4% (Figura 17, Mapa 6 y Tabla 11).

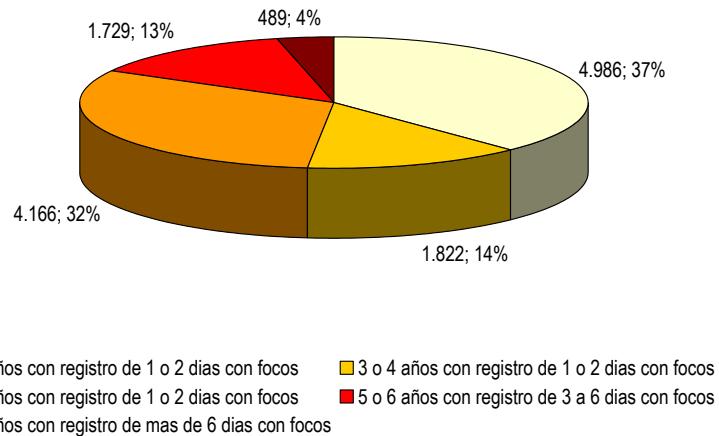
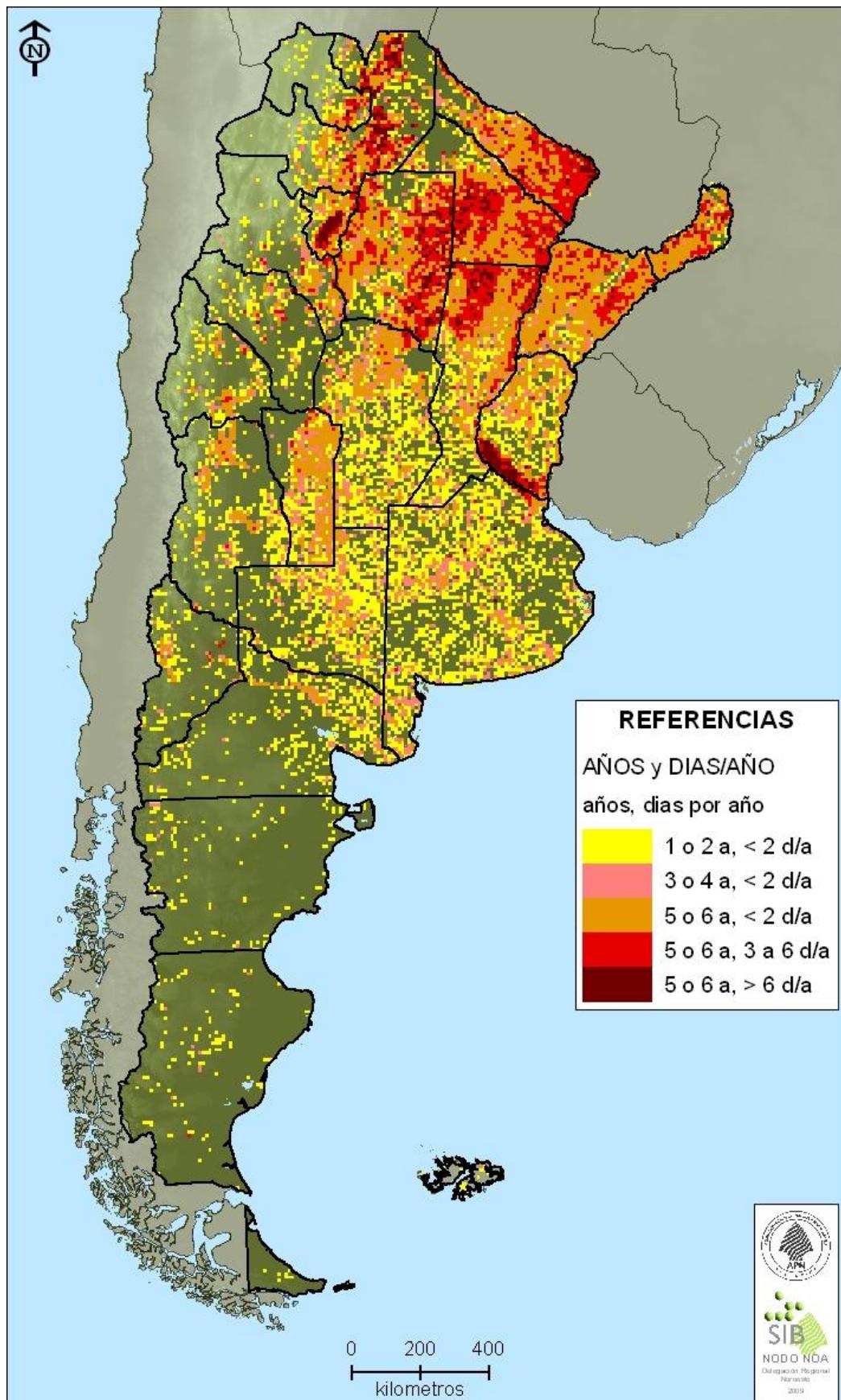
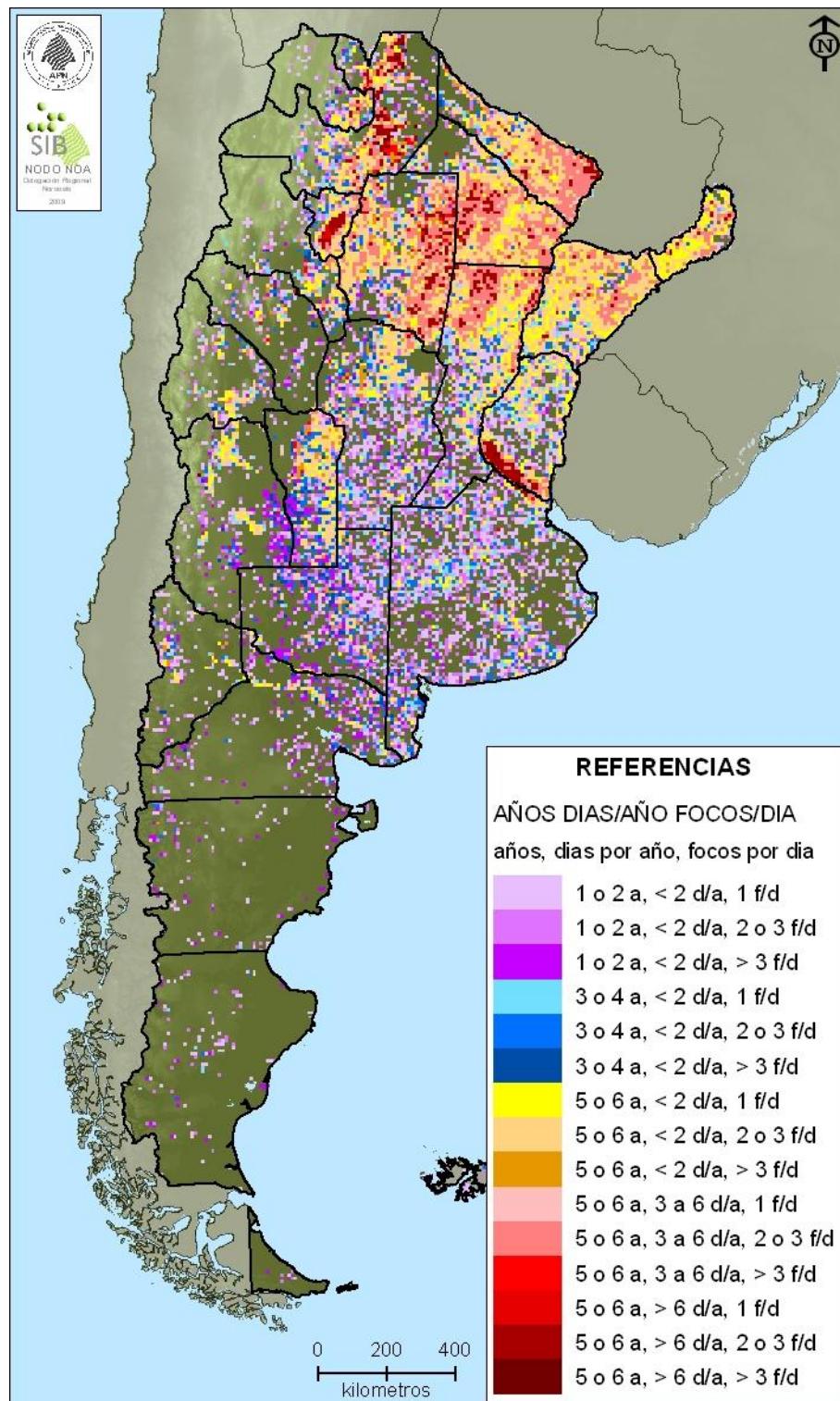


Figura 17: Distribución porcentual de las unidades discriminadas por clases que consideran el número de años y días promedio con registro de focos de calor.



Mapa 6: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas en clases que consideran el número de años y días promedio con registro de focos de calor.

En una segunda instancia, se sumó a la clasificación la cantidad de focos promedio por día (Mapa 7 y Tabla 11).



Mapa 7: Distribución espacial de unidades cuadradas de 10 por 10 km donde se detectaron focos de calor, discriminadas en clases que consideran el número de años, los días promedio con registro de focos de calor y la cantidad promedio de focos de calor por día.

AÑOS CON REGISTRO	DÍAS POR AÑO	FOCOS POR DÍA	UNIDADES	% SUBTOTAL	% TOTAL
1 o 2 años	1 o 2 días por año	1 foco por día	2.662	53	20
1 o 2 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día	1.798	36	14
1 o 2 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por dia	526	11	4
SUBTOTAL 1 o 2 años 1 o 2 días por año			4.986		38
3 o 4 años	1 o 2 días por año	1 foco por día	687	38	5
3 o 4 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día	924	51	7
3 o 4 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por día	211	12	2
SUBTOTAL 3 o 4 años 1 o 2 días por año			1.822		14
5 o 6 años	1 o 2 días por año	1 foco por día	1.191	29	9
5 o 6 años	1 o 2 días por año	entre 2 y 3 focos por día	2.763	66	21
5 o 6 años	1 o 2 días por año	más de 3 focos por día	212	5	2
SUBTOTAL 5 o 6 años 1 o 2 días por año			4.166		32
5 o 6 años	3 a 6 días por año	1 foco por día	156	9	1
5 o 6 años	3 a 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día	1.500	87	11
5 o 6 años	3 a 6 días por año	más de 3 focos por día	73	4	1
SUBTOTAL 5 o 6 años 3 a 6 días por año			1.729		13
5 o 6 años	más de 6 días por año	1 foco por día	19	4	0
5 o 6 años	más de 6 días por año	entre 2 y 3 focos por día	428	88	3
5 o 6 años	más de 6 días por año	más de 3 focos por día	42	9	0
SUBTOTAL 5 o 6 años más de 6 días por año			489		4
TOTAL			13.192		

Tabla 12: Frecuencias, porcentajes relativos y porcentajes totales de unidades cuadradas de 10 por 10 km discriminadas por clases que consideran el número de años, los días promedio con registro de focos de calor y la cantidad promedio de focos de calor por día.

En un 53% de las unidades donde se contabilizaron de 1 o 2 días con registros durante 1 o 2 años, se detectó un valor promedio de 1 foco por día, en un 36% entre 2 y 3 focos por día y en un 11%, más de 3 focos por jornada.

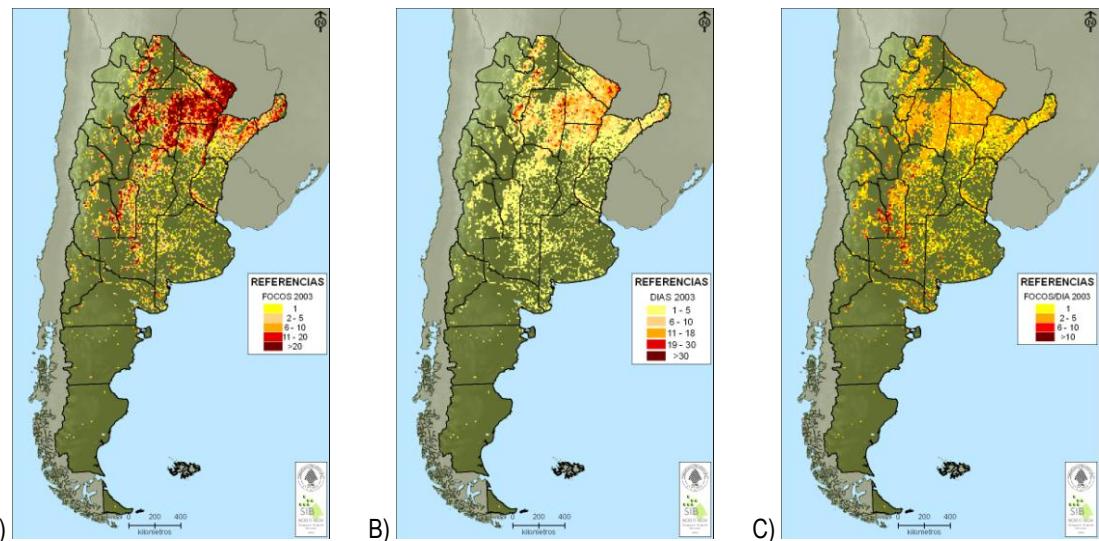
Un 38% de las unidades donde se contabilizaron de 1 o 2 días con registros durante 3 o 4 años, resultó con un promedio de 1 foco por día, un 51% con 2 o 3 focos por día y un 12% con más de 3 focos por día.

De las unidades donde se registraron 1 o 2 días con focos al año, durante 5 o 6 años, en un 29 % se contabilizó un promedio de 1 foco por día, en un 66 % entre 2 y 3 focos al día y en un 5% más de 3 focos por día.

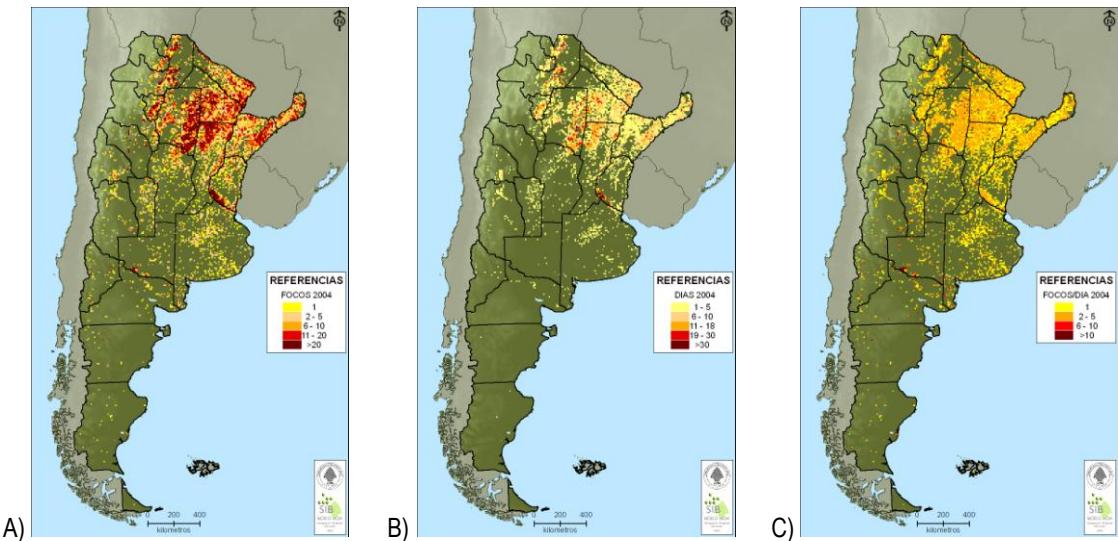
Para las unidades con 5 o 6 años de registro para períodos de entre 3 y 6 días al año con focos, en un 9% se contó 1 foco por día, en un 87% entre 2 y 3 focos por día, y en un 4% más de 3.

Finalmente, un 4% de las unidades con registros durante períodos superiores a los 6 días ocurridos durante 5 o 6 años tuvo un promedio de 1 foco por día, un 88% resultó con promedios de entre 2 y 3 focos por día y un 9% con más de 3 focos por día.

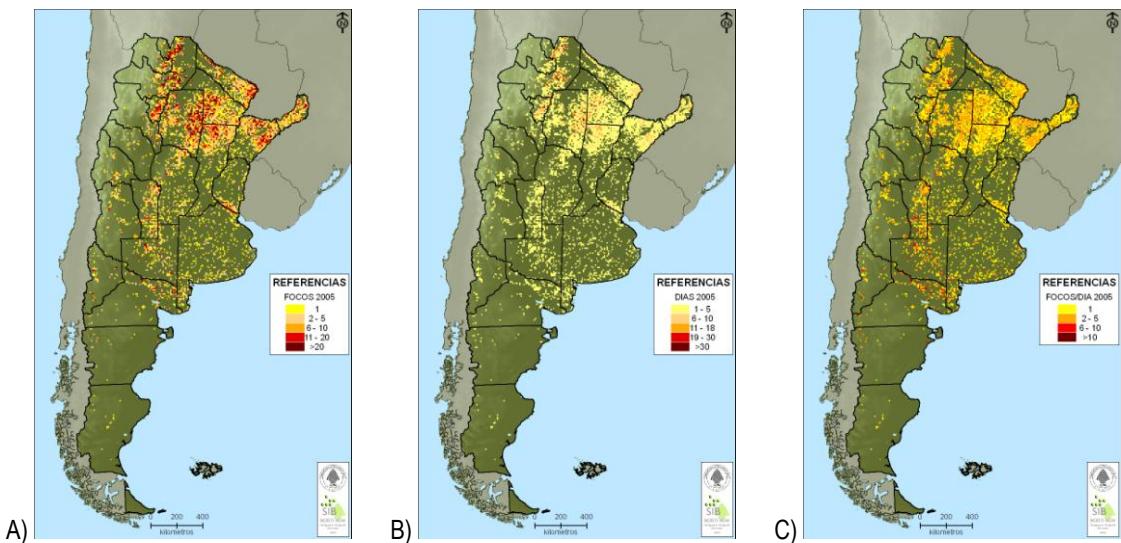
En los Mapas 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se muestra, para cada año, la distribución de las unidades según la cantidad de focos detectados, el número de días en los que se registró al menos 1 foco y un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.



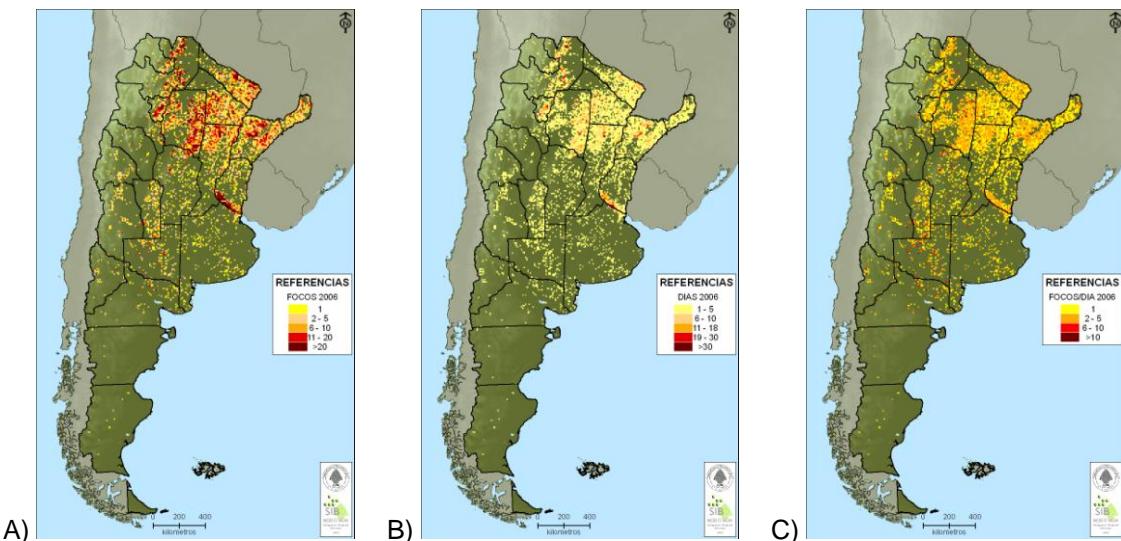
Mapa 8: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2003, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.



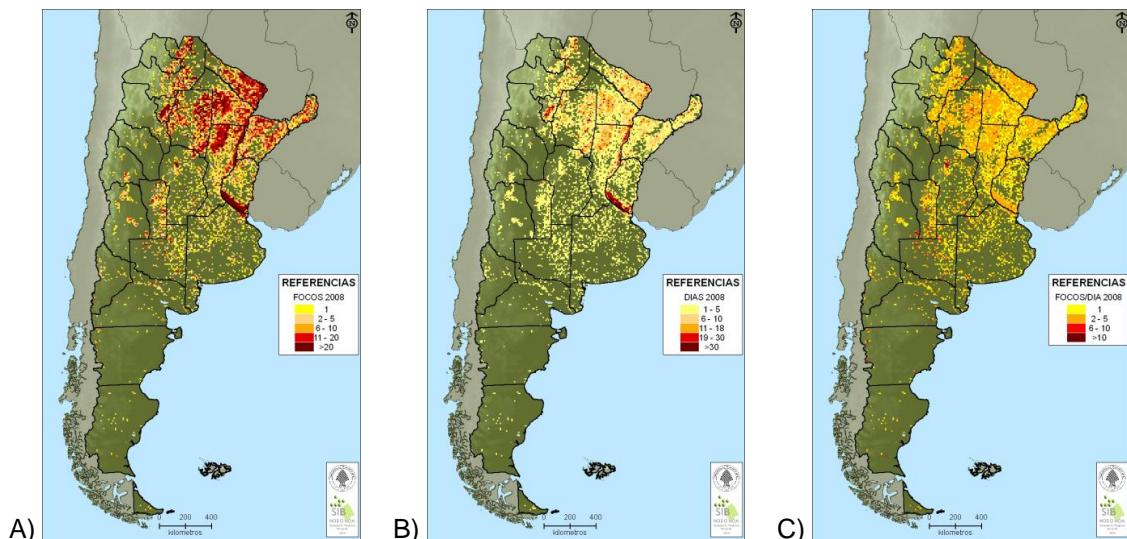
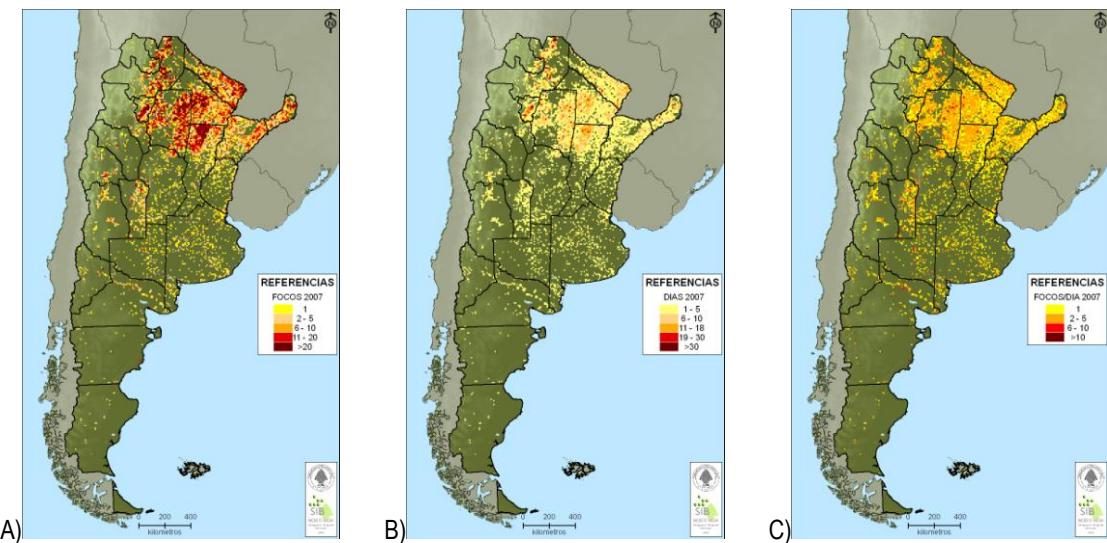
Mapa 9: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2004, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.



Mapa 10: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2005, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.



Mapa 11: Distribución de unidades cuadradas de 10 x 10 kilómetros, para el año 2006, discriminadas según: A) la cantidad de focos detectados, B) el número de días en los que se registró al menos 1 foco y C) un promedio de focos por día, valor derivado de las anteriores variables.



CONCLUSIONES.

A partir de los registros de focos de calor de MODIS pudo obtenerse una caracterización general a nivel país de la problemática de incendios.

Entre algunas salvedades a considerar, se reconoce que puede existir una subestimación en algunos sectores debida principalmente a la presencia de nubes, el horario de adquisición de la imagen, la geometría de observación, la cobertura de vegetación, la magnitud del incendio y su duración, etc. (Di Bella 2008, Davies *et al.* 2009). En días nublados el registro de focos de calor se hace imposible. Quizás esta sea la razón de los bajos valores obtenidos para la Región Patagonia, y en algunos sectores montañosos del Norte Argentino.

La comparación de estos datos con registros a campo de incendios, tales como los que realizan periódicamente en las Áreas Protegidas Nacionales y su entorno, puede dar una idea de esta subestimación. Por ello una de las propuestas del presente trabajo es realizar dicho ejercicio para cuantificar la magnitud de esa diferencia. Incluso similares análisis pueden realizarse a nivel provincia, e incluso departamentos, gracias a la incorporación de atributos de división política.

Hechas estas salvedades, y en base a los resultados de este trabajo, pueden realizarse las siguientes conclusiones:

La problemática de incendios abarca gran parte del País.

Sobre un total de 28.979 unidades de 10 por 10 kilómetros, en 13.192 (46 %) se registró al menos un foco de calor entre 2003 y 2008. En un 18 % del total de las unidades se registraron focos en 4 o más años.

El valor promedio de focos por año para Argentina, para el período 2003-2008 considerando únicamente los focos de alta y nominal confiabilidad, fue de 61.012 (+/-14.578 –IC 95 %–).

Siete provincias, en conjunto, comprendieron casi el 80 % de los focos de calor registrados para el país durante los años 2003 y 2008.

Las provincias argentinas donde mayor cantidad de focos de calor se detectaron fueron, en orden decreciente de importancia:

- Santiago del Estero (73.327 focos de calor para el período 2003-2008, media anual 12.221).
- Chaco (48.507 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 8.085).
- Salta (44.155 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 7.359).
- Santa Fé (38.213 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 6.369).
- Formosa (36.943 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 6.157).
- Corrientes (29.208 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 4.868).
- Entre Ríos (20.582 focos de calor para el período 2003-2008, media anual de 3.430).

Las Regiones con mayor cantidad de focos de calor fueron las más septentrionales (NEA y NOA).

NEA fue la región del país donde se registró la mayor cantidad de focos de calor (183.854 focos; media anual 30.642), seguida muy de cerca por NOA (134.712 focos; media anual 22.452). En tercera posición quedó CENTRO (26.892 FOCOS; media anual 4.482 focos), luego PATAGONIA (10.959 focos; media anual 1.827) y finalmente CENTRAL (9.653 focos; media anual 1.609).

Los patrones de distribución mensual de focos de calor resultaron diferentes entre Regiones.

El patrón de distribución mensual de focos de calor resultó bimodal para el NEA, con un pico pequeño en marzo, y otro mucho más alto en los meses de agosto y setiembre.

Para el NOA, la distribución resultó unimodal, con un máximo que ocurre en el mes de setiembre.

En CENTRO se obtuvo una distribución con dos picos: uno bajo, que ocurre en febrero, y otro más alto, que sucede en setiembre.

En PATAGONIA se observó una curva bimodal, con un máximo alto en enero y otro en setiembre, mucho menor.

En CENTRAL se obtuvo una curva trimodal. Agosto resultó el mes con el pico más elevado, seguido por enero y abril.

Existen sectores del país donde el registro de focos de calor es recurrente años tras año.

Los mismos se concentran en el Norte del País y parecen estar ligados a sectores de alta dinámica antrópica (áreas productivas de Salta, Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero, Formosa, Santa Fe, Corrientes y Entre Ríos).

También se observan sectores afectados más acotados en las provincias de Misiones, Córdoba, San Juan, Mendoza, San Luis y Neuquén.

REFERENCIAS.

Davies D., Ilavajhala S., Wong M., y Justice C. 2009. "Fire Information for Resource Management System: Archiving and Distributing MODIS Active Fire Data". IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 47 (1):72-79.

Di Bella C., Posse G., Beget M., Fischer M., Mari y Veron N. 2008. La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. Ecosistemas 17 (3). <http://www.revistaecosistemas.net/>. Fecha de consulta: 01-03-10.

Giglio L., Descloitres J. y otros. 2003. "An Enhanced Contextual Fire Detection Algorithm for MODIS." Remote Sensing of Environment 87 (2-3): 273-282.

Giglio L. 2007. MODIS Collection 4 Active Fire Product User's Guide Version 2.3. Science Systems and Applications, Inc. <http://maps.geog.umd.edu/firms/>. Fecha de consulta: 01-03-10.

FIRMS. 2009. Fire Information for Resource Management System: Section FAQS. <http://maps.geog.umd.edu/firms/>. Fecha de consulta: 01-03-10.

TOVAS. 2010. TRMM Online Visualization and Analysis System (TOVAS). <http://disc2.nascom.nasa.gov/Giovanni/tovas/>. Fecha de consulta: 01-03-10.

UMSEF. 2007. Áreas afectadas por los incendios de septiembre de 2006 en la provincia de Córdoba. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección De Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. <http://www.ambiente.gov.ar/>. Fecha de consulta: 01-03-10.

Volante J., Paruelo J., Morales Poclava M. y Vale L. Dinámica espacial y temporal de la deforestación en la región Chaqueña del Noroeste Argentino en el período 1977 – 2007. PRORENOA. INTA. <http://www.inta.gov.ar/prorenoa/>. Fecha de consulta: 01-03-10.