

WILDFIRE AND FOREST MANAGEMENT EFFECTS ON SOIL PROPERTIES

Efectos de los incendios forestales y la gestión forestal en las
propiedades del suelo

PRESENTACIÓN TESIS DOCTORAL MARCOS FRANCOS QUIJORNA

Departamento de Geografía

Universitat de Barcelona (UB)

Directores

Xavier Úbeda Cartaña

Paulo Alexandre da Silva Pereira

Febrero, 2021



UNIVERSIDAD DE TARAPACÁ
Universidad del Estado



UNIVERSITAT DE
BARCELONA



GRAM

Grup de Recerca Ambiental Mediterrània

Índice

- **Introducción**
- **Objetivos**
- **Capítulo 1.** Post-fire soil management
- **Capítulo 2.** How clear-cutting affects fire severity and soil properties in a Mediterranean ecosystem
- **Capítulo 3.** Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain)
- **Capítulo 4.** Post-wildfire management effects on short-term evolution of soil properties (Catalonia, Spain, SW-Europe)
- **Capítulo 5.** Long-term impact of wildfire on soils exposed to different fire severities. A case study in Cadiretes massif (NE Iberian Peninsula)
- **Capítulo 6.** Long-term forest management after wildfire (Catalonia, NE Iberian Peninsula)
- **Conclusiones Generales**

1. Incendios forestales y territorio

- El **fuego** ha estado **presente** mucho **antes** de **que** el **hombre** existiera.
- Las **primeras muestras** del **uso** del **fuego** por los humanos como **herramienta** fueron evidentes **hace 400.000 años**.
- Podemos decir que el **fuego** es un elemento que **ha acompañado la existencia de seres humanos** a lo largo de la historia.



1. Incendios forestales y territorio

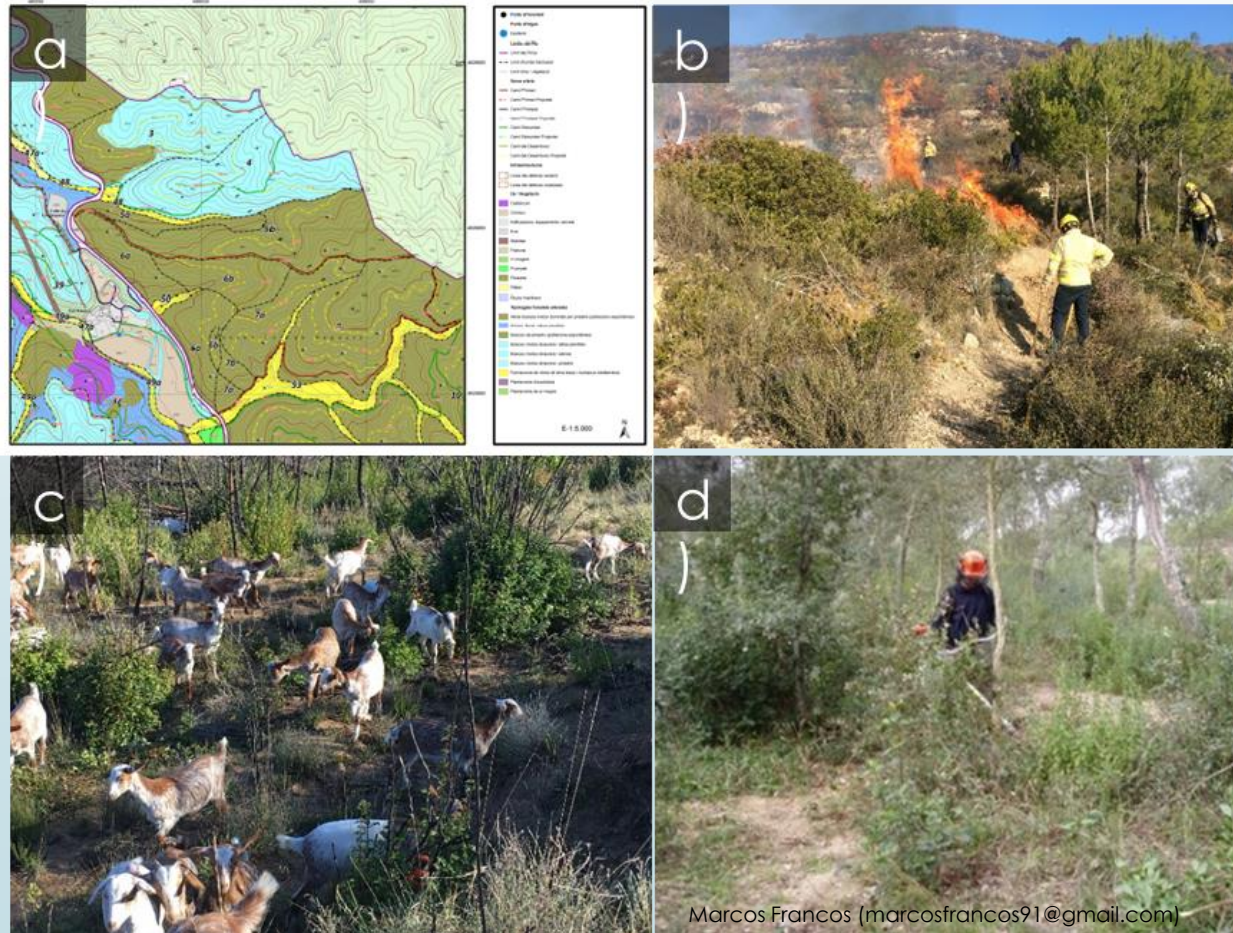
- En las **últimas décadas**, los **incendios forestales** han evolucionado hasta **convertirse** en lo que se conoce como **incendios de alta intensidad** o incluso **mega incendios**. Las **causas** son:
 - **Abandono rural.**
 - **Fuego 0 y Paradoja de la extinción.**
 - **Cambios** en el **uso del suelo.**
 - La **sustitución** de **especies autóctonas** por **especies de rápido crecimiento** con mayor productividad económica.
 - **Cambios** en el **régimen** de los **incendios.**



1. Incendios forestales y territorio

- Existen diferentes **herramientas de manejo forestal** utilizadas para evitar incendios forestales y administrar el combustible vegetal:

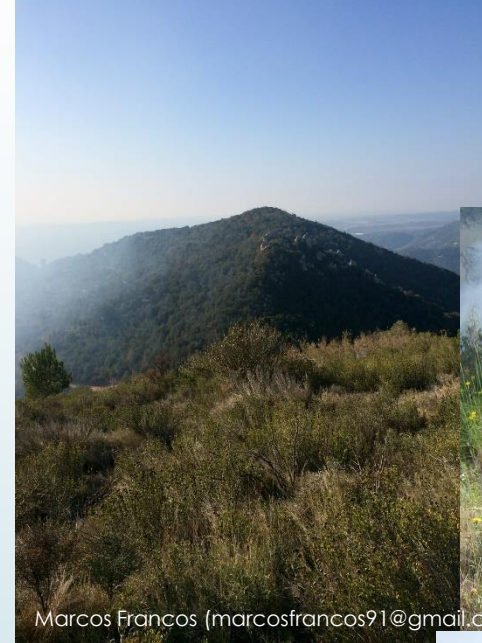
- a) **Planificación forestal**
- b) **Quemas prescritas**
- c) **Pastoreo controlado**
- d) **Clareo mecánico**



Impacto de los incendios en los suelos

- La **severidad del fuego** describe la **respuesta del ecosistema** al fuego y se puede usar para describir los efectos del fuego en el suelo. De hecho, la severidad del fuego es un **producto de la intensidad del fuego y la duración** del mismo. **Categorías** teniendo en cuenta el estado de la vegetación y la materia orgánica:

- No quemado
- Poco quemado
- Baja severidad
- Severidad moderada / media
- Alta severidad



Objetivos

- Este estudio nace de la necesidad de ampliar el conocimiento sobre el impacto de la gestión forestal y las variaciones debidas a causas naturales en las propiedades del suelo después de un incendio forestal en un ecosistema Mediterráneo.
- Este ecosistema se caracteriza por la recurrencia de los incendios forestales. Los momentos posteriores a la perturbación del fuego, hacen que el sistema suelo sea muy frágil y se deba tener extrema precaución con respecto a los procedimientos y prácticas forestales que se llevan a cabo.
- Por lo tanto, el objetivo general de la presente Tesis Doctoral fue evaluar el impacto en el suelo de los incendios forestales a corto, medio y largo plazo y medir la influencia del manejo forestal realizado en estas áreas forestales.



Current Opinion in Environmental Science & Health

Volume 5, October 2018, Pages 26-32



Post-fire soil management

Paulo Pereira ¹  , Marcos Francos ², Eric C. Brevik ³, Xavier Ubeda ², Igor Bogunovic ⁴

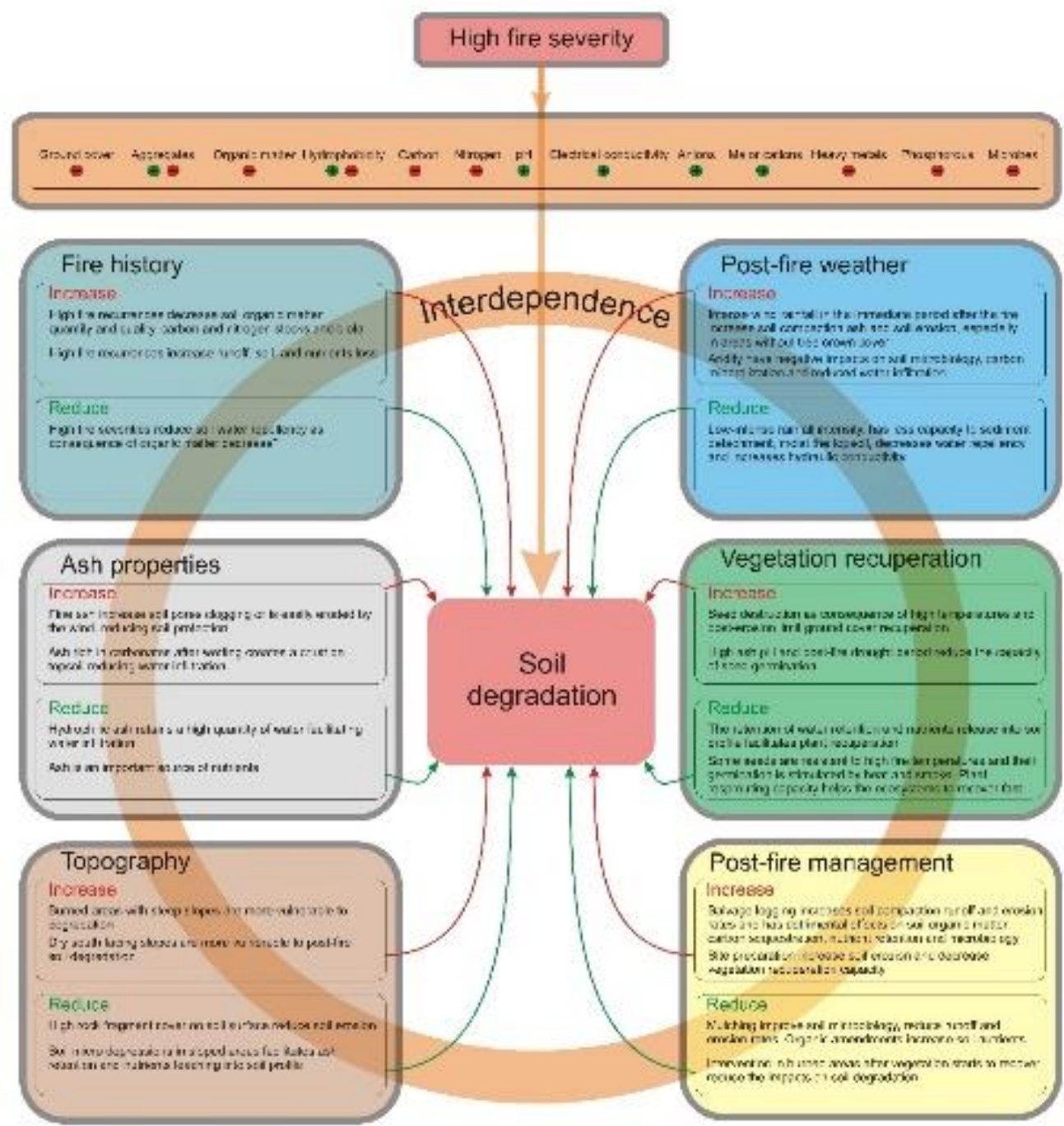
¹ Environmental Management Center, Mykolas Romeris University, Ateities g. 20, LT-08303 Vilnius, Lithuania

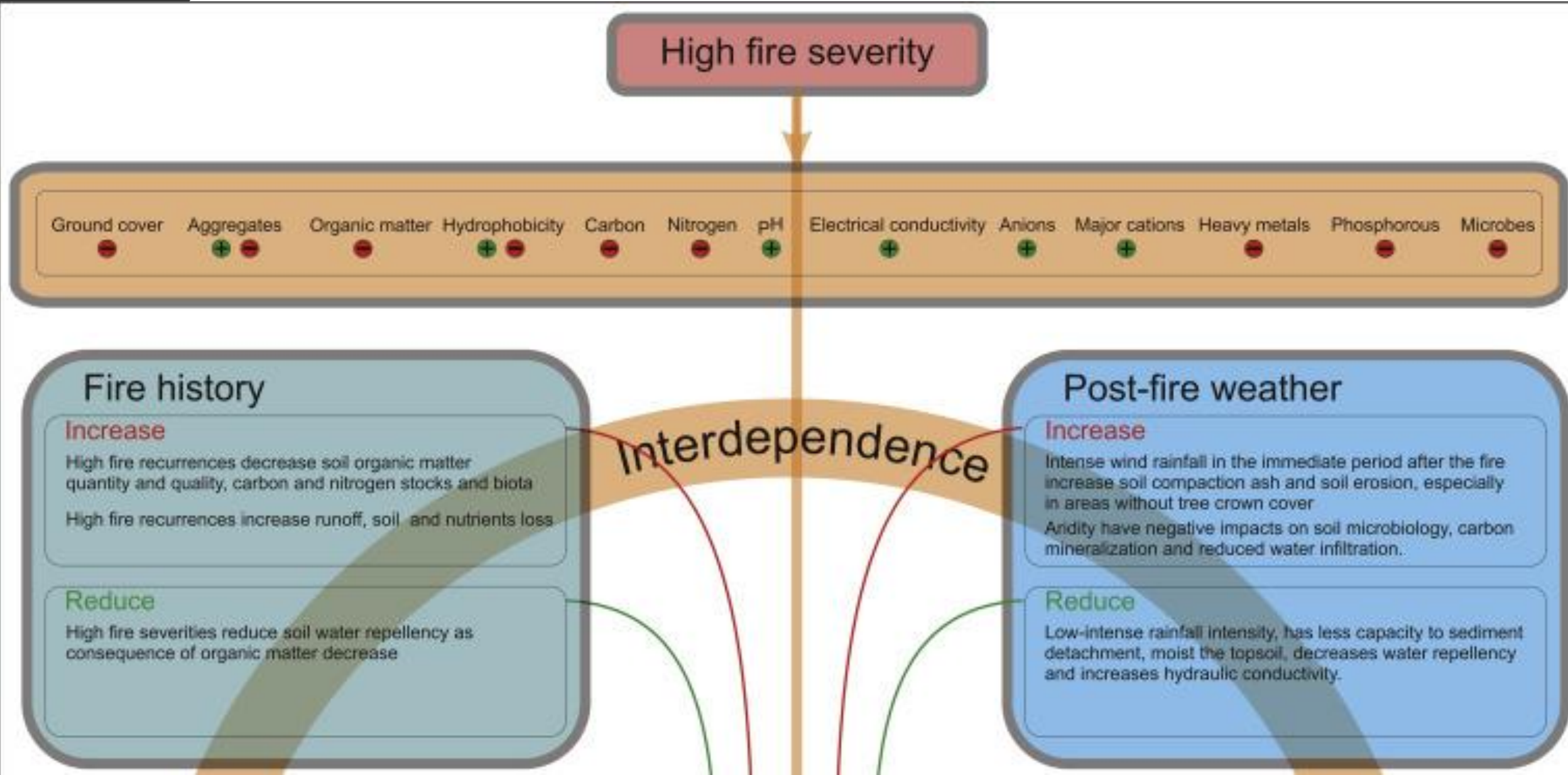
² GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Geography, University of Barcelona, Montalegre, 6, 08001, Barcelona, Spain

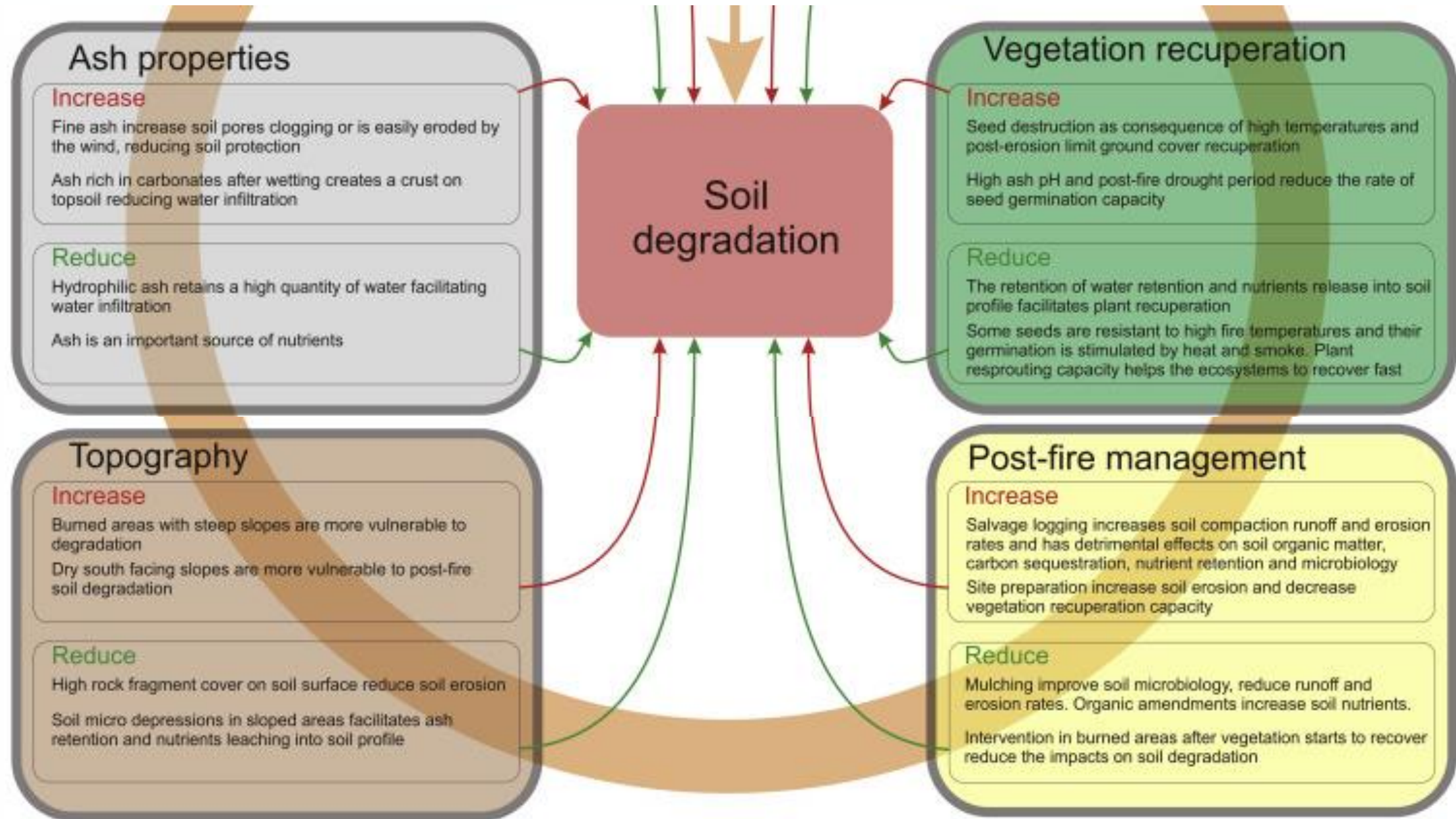
³ Department of Natural Sciences, Dickinson State University, Dickinson, ND, USA

⁴ University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of General Agronomy, Zagreb, Croatia

- Los **suelos** son la **base de la vida** en la Tierra y **afectan** directa o indirectamente a **todas** las **formas de vida**.
- En este trabajo, los objetivos fueron hacer una visión general sobre los impactos del fuego en el suelo, los factores que influyen en la recuperación de los ecosistemas posteriores al incendio, los métodos utilizados para la restauración y los impactos de estas prácticas.







- Los suelos pueden ser afectados de manera importante por el fuego, este impacto depende de la severidad del fuego.
- El grado de impacto depende de muchos factores como el uso del suelo antes del incendio, el historial de incendios del lugar, el tipo de ceniza producida, la topografía, la meteorología posterior al incendio, el grado de recuperación de la vegetación y la gestión post-incendio.
- En general, las opciones de manejo posterior al incendio pueden desencadenar o reducir la degradación del suelo en áreas afectadas por incendios de alta severidad. Por ello este tipo de estudios que analizan las prácticas forestales sostenibles son imprescindibles para una adecuada gestión forestal en la que se consideren los incendios forestales como lo que son, un elemento natural de los ecosistemas.

Capítulo 2. Cómo afectan los clareos a la severidad del fuego y las propiedades del suelo en un ecosistema Mediterráneo

Journal of Environmental Management 206 (2018) 625–632



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Environmental Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman



Research article

How clear-cutting affects fire severity and soil properties in a Mediterranean ecosystem

Marcos Francos ^{a, *}, Paulo Pereira ^b, Jorge Mataix-Solera ^c, Victoria Arcenegui ^c, Meritxell Alcañiz ^a, Xavier Úbeda ^a

^a GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Geography, University of Barcelona, Montalegre, 6, 08001, Barcelona, Spain

^b Environmental Management Centre, Mykolas Romeris University, Vilnius, Lithuania

^c GEA (Grupo de Edafología Ambiental), Department of Agrochemistry and Environment, Miguel Hernández University, Elche, Alicante, Spain



Capítulo 2

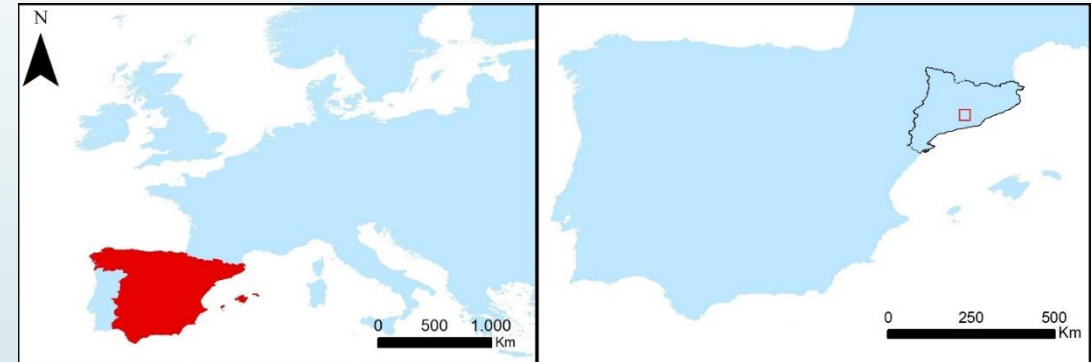
Introducción y Objetivos

- Los **ecosistemas mediterráneos** se caracterizan por la frecuente ocurrencia y **recurrencia** del **fuego**.
- En respuesta, los **clareos** son prácticas que **buscan reducir** la **cantidad** de **combustible y**, por lo tanto, el **riesgo de incendio**.
- El objetivo principal de este estudio se enfoca en el análisis del impacto del manejo forestal previo al incendio en diferentes propiedades del suelo, tratando de entender la efectividad del clareo en aquellas áreas que son propensas a los incendios.

Material y Métodos

Área de estudio

- El área de estudio está ubicada en **Ódena, Barcelona** ($41^{\circ} 38'42''\text{N}$ - $1^{\circ} 44'21''\text{E}$ 420 m a.s.l.) en el **noreste de España**.
- El 26 de **julio de 2015**, se produjo un incendio en El Bruc que afectó un total de **1.274 ha**.
- **Vegetación predominante** de *Pinus halepensis* Miller, *Pinus nigra* Arnold y *Quercus ilex* L. La vegetación del **sotobosque** estaba compuesta principalmente por *Pistacea lentiscus* L. y *Genista scopius* L.
- El bosque fue afectado por **incendios forestales** en **1986** y nuevamente en **2015**.
- El **suelo** se clasifica como **Fluventic Haploxerept**.



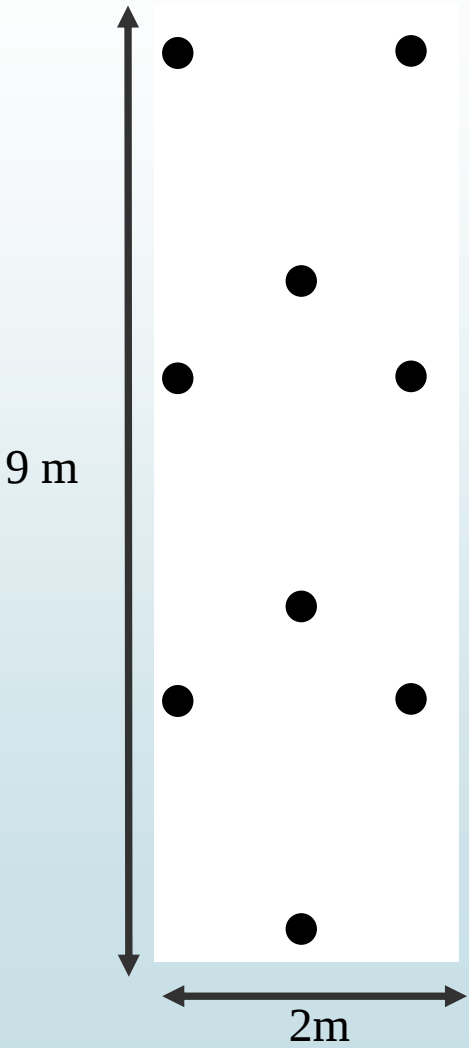
Material y Métodos

Metodología

- El tratamiento de **clareo** realizado, consistió en dejar **1,000** pies de árbol **por hectárea** y **dejando** la **vegetación cortada** sobre la superficie del **suelo** en **montones inferiores a 1 m**. Los **residuos de madera** de **espesor fino y medio**.

Áreas de Estudio	Incendios	Fecha de Gestión
Mgmt05	1986 y 2015	2005
Mgmt15	1986 y 2015	2015 (2 meses antes del incendio)
NoMgmt	1986 y 2015	No Gestionado
Control	1986	No Gestionado

- 9 muestras** en cada área de **0-5 cm** profundidad



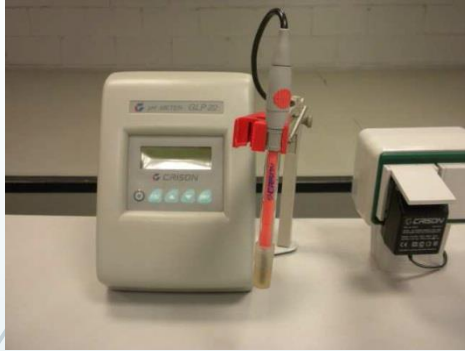
Material y Métodos

Metodología

Capítulo 2



Estabilidad de
Agregados (AS)
utilizando TDI



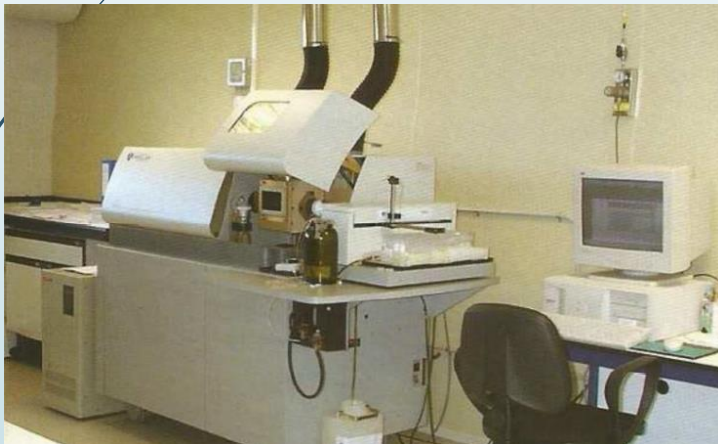
pH



Conductividad Eléctrica (EC)



Carbón Inorgánico (IC)
Materia Orgánica (SOM)



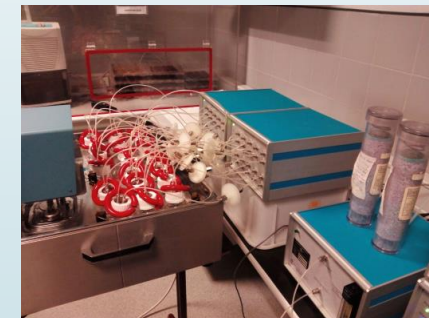
Bases Intercambiables: Calcio (Ca),
Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K)



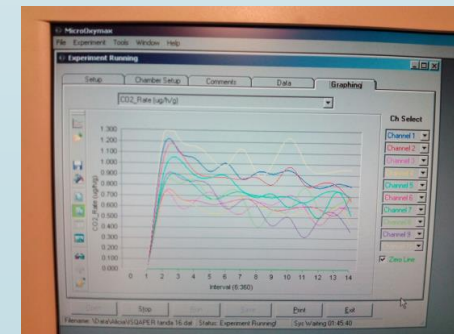
Nitrógeno Total (TN)



Cmic



BSR

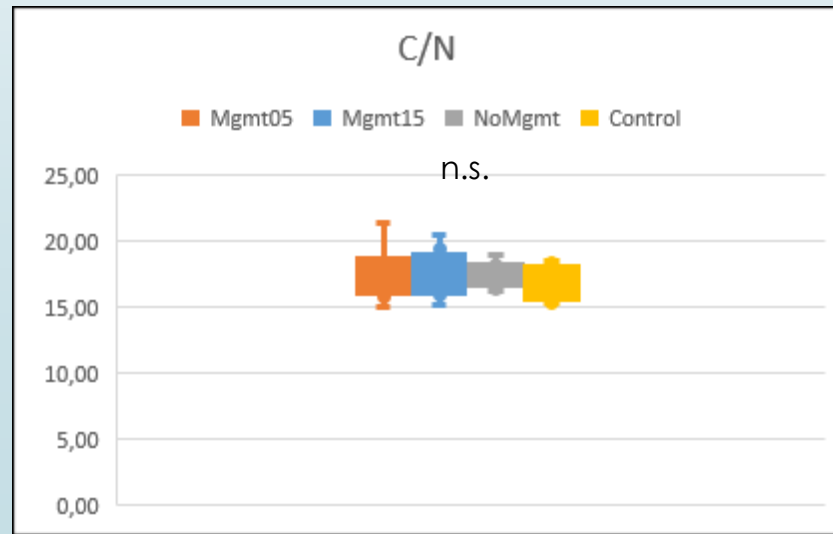
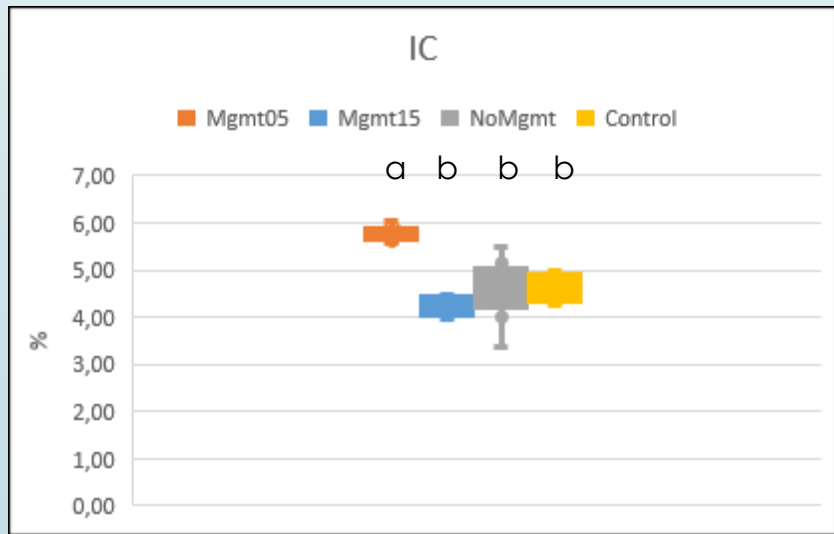
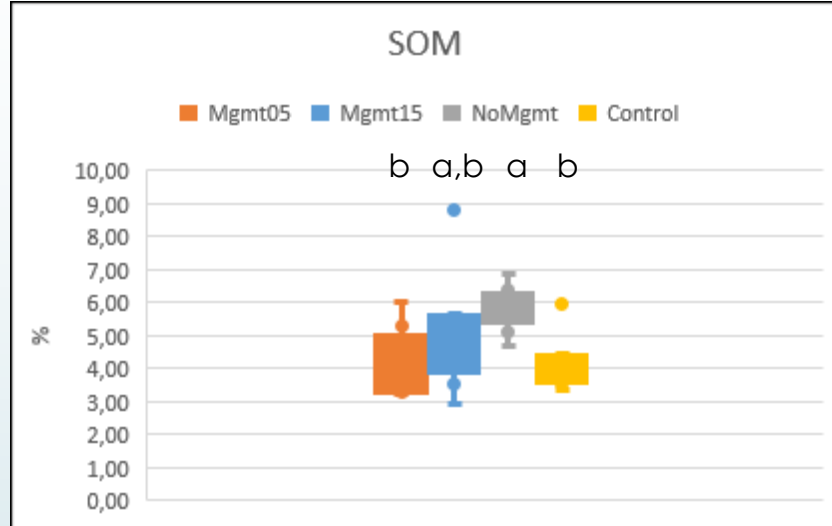
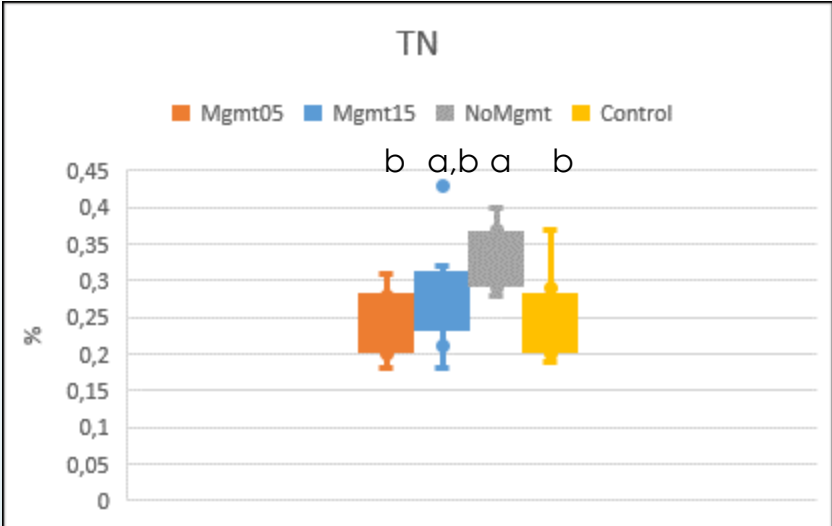
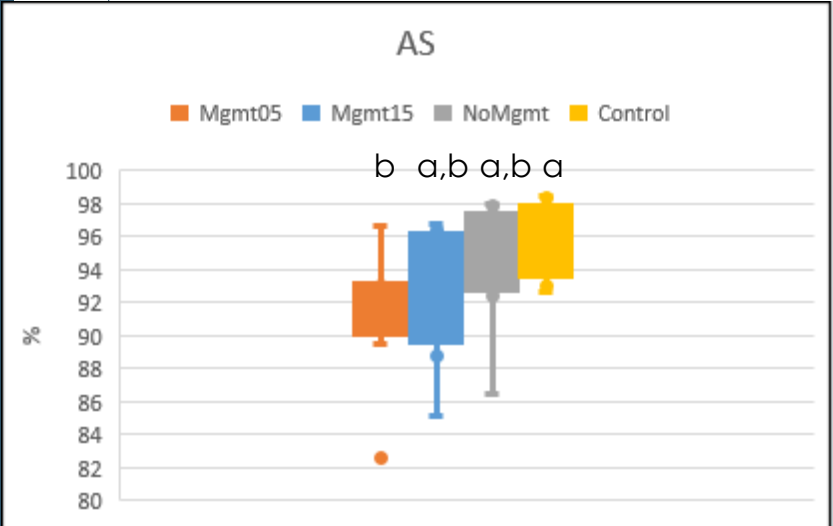


Material y Métodos

Metodología

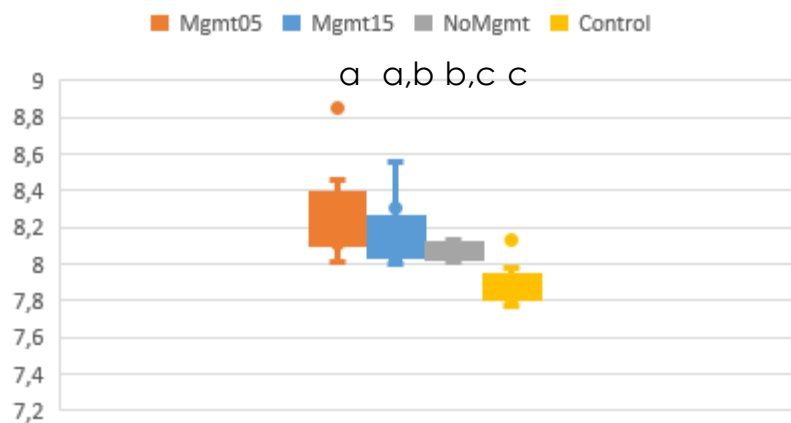


Capítulo 2 Resultados

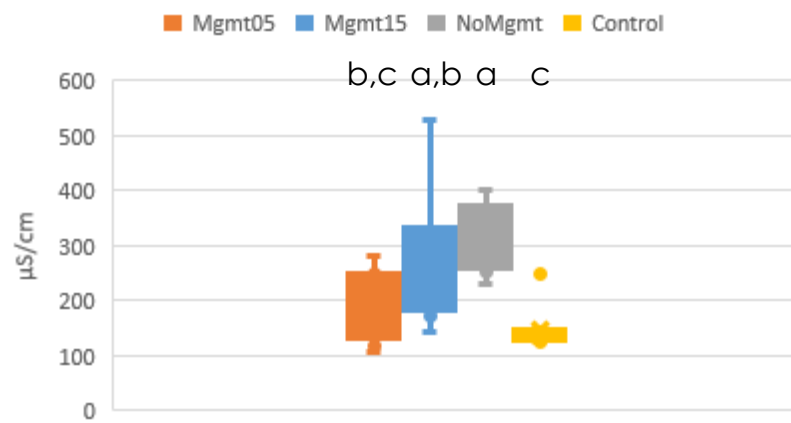


Capítulo 2 Resultados

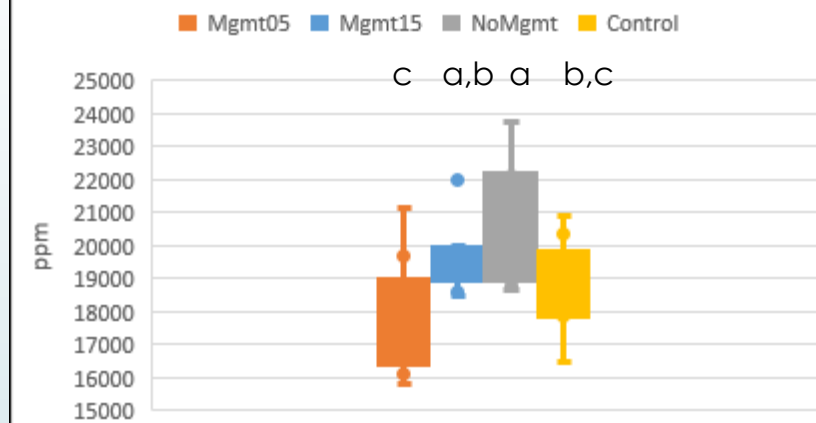
pH



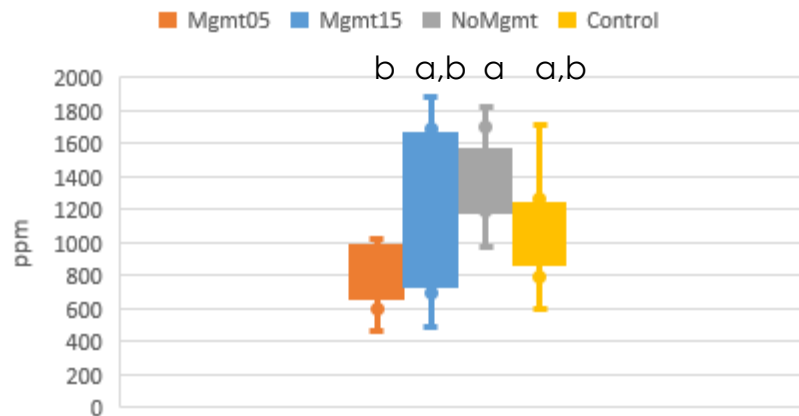
EC



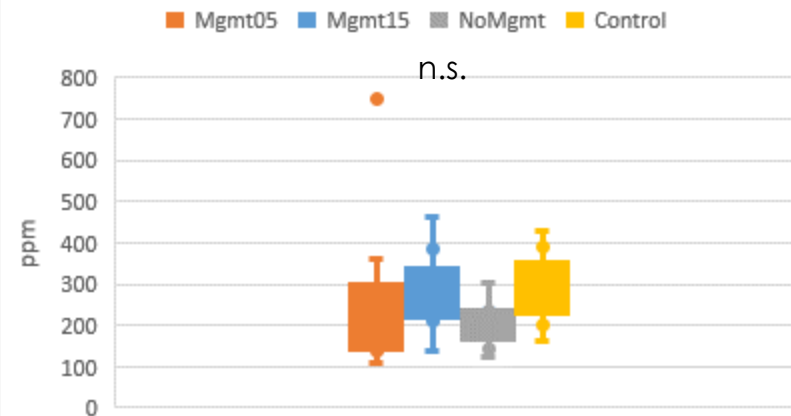
Ca



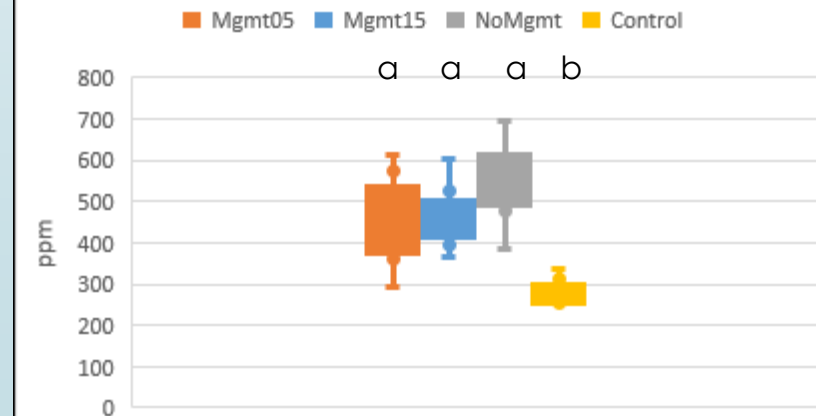
Mg

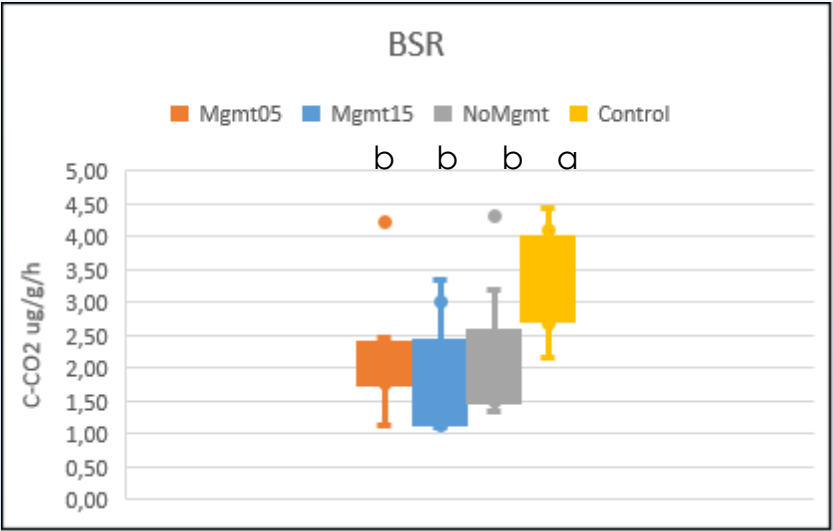
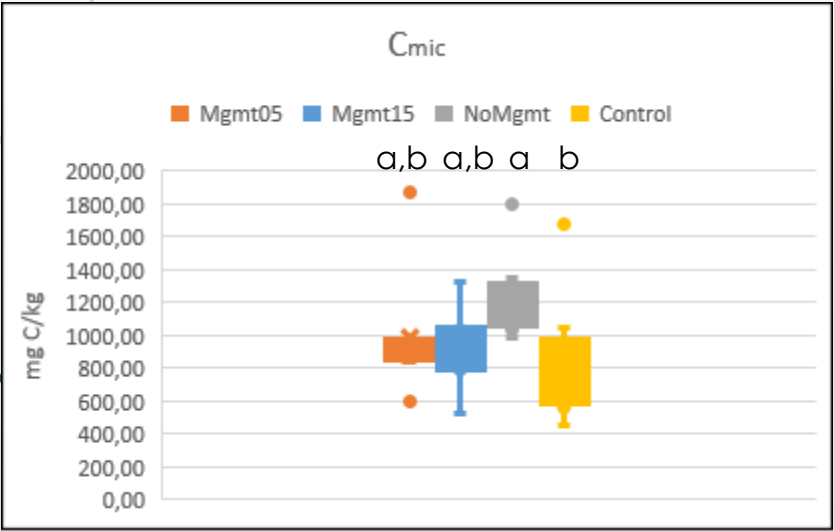


Na



K





Conclusiones

- El clareo y el lapso entre este manejo y un incendio forestal, tienen efecto en las propiedades del suelo.
- No eliminar la vegetación cortada de la superficie del suelo influye en la severidad del fuego y produce cambios sustanciales en las propiedades del suelo.
- Recomendamos este tratamiento como una forma de prevenir la generación de nuevos incendios forestales, pero se deben evitar grandes acumulaciones de vegetación cortada que cubra la superficie del suelo para reducir la severidad de los incendios.

Capítulo 3. Impacto de un evento de lluvia torrencial en las propiedades del suelo después de un incendio forestal en un ecosistema Mediterráneo (Noreste de España)

Science of the Total Environment 572 (2016) 1353–1362



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Impact of an intense rainfall event on soil properties following a wildfire in a Mediterranean environment (North-East Spain)



Marcos Francos ^{a,*}, Paulo Pereira ^{b,c}, Meritxell Alcañiz ^a, Jorge Mataix-Solera ^d, Xavier Úbeda ^a

^a GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Physical Geography, University of Barcelona, Montalegre, 6. 08001 Barcelona, Spain

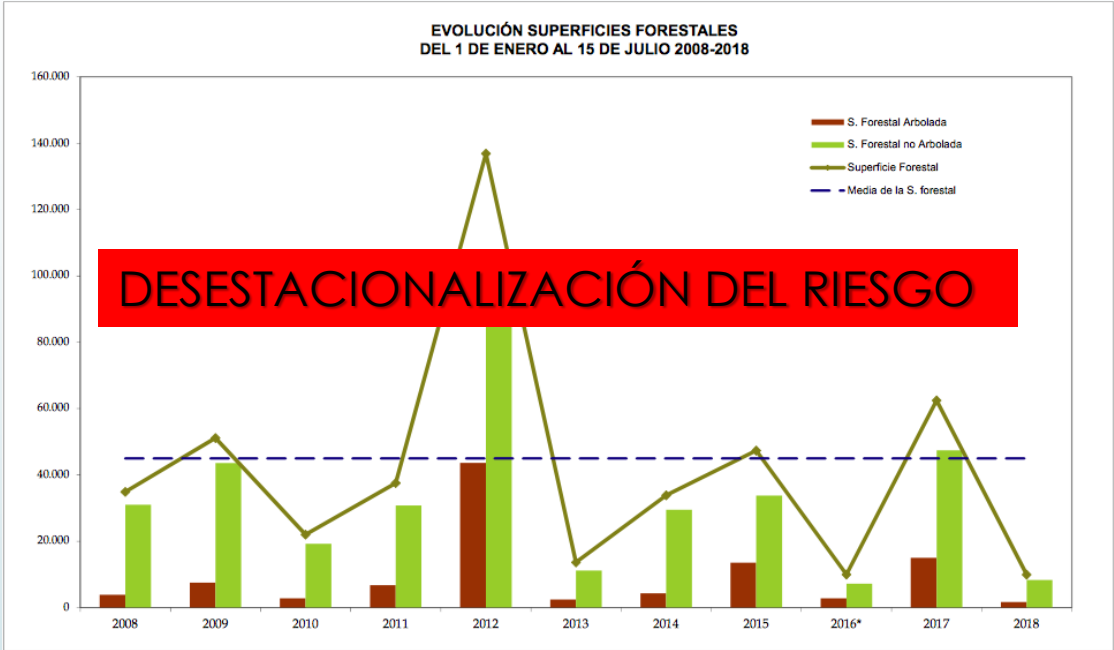
^b Environmental Management Centre, Mykolas Romeris University, Vilnius, Lithuania

^c Department of Forestry, Michigan State University, East Lansing, MI 48825, USA

^d GEA (Grupo de Edafología Ambiental), Department of Agrochemistry and Environment, Miguel Hernández University, Elche (Alicante), Spain



Colomers, Noviembre 2013



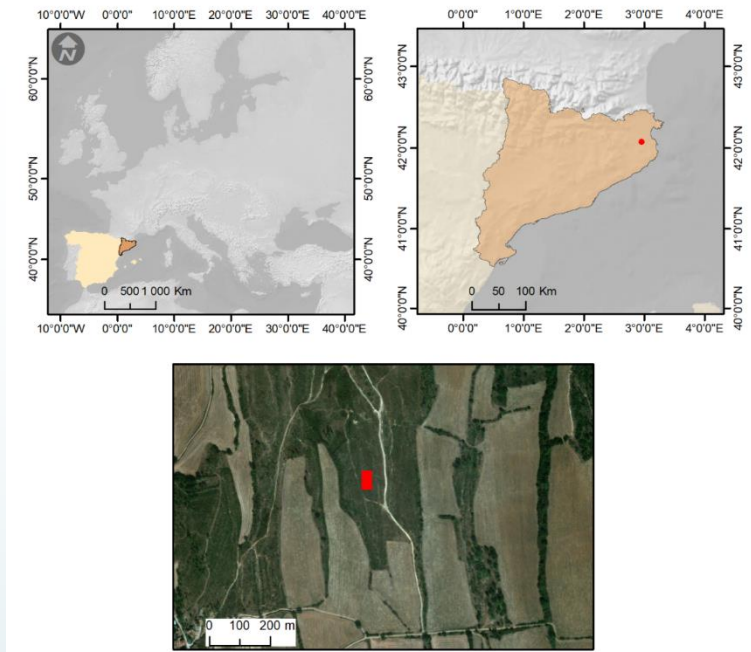
El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto sobre las propiedades del suelo de las lluvias torrenciales justo después de un incendio forestal. Es esencial comparar el impacto inmediato de la lluvia y analizar como el suelo se ha recuperado o no un año después con el tercer muestreo

Capítulo 3

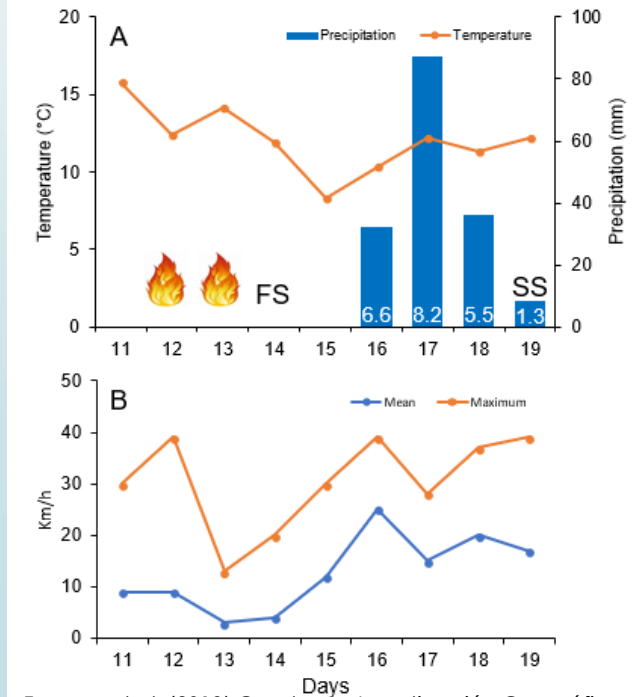
Material y Métodos

Área de estudio

- **Colomers** (provincia de **Girona**) donde el bosque quemó a alta severidad.
- Afectó diversos municipios quemando **550 ha**.
- El **suelo** es un **Fluventic Haploxerept** localizado en **terrazas sedimentarias (T6)** del **río Ter**.
- **Vegetación** predominante: ***Pinus halepensis*** Miller., ***Quercus ilex*** L. y ***Eucalyptus globulus*** Labill.
- **Precipitación media** anual: **600-800 mm**. **Temperatura media** anual: **15 °C**.
- **Nuestro caso**: **Noviembre** y **163 mm** en solo **4 días**.



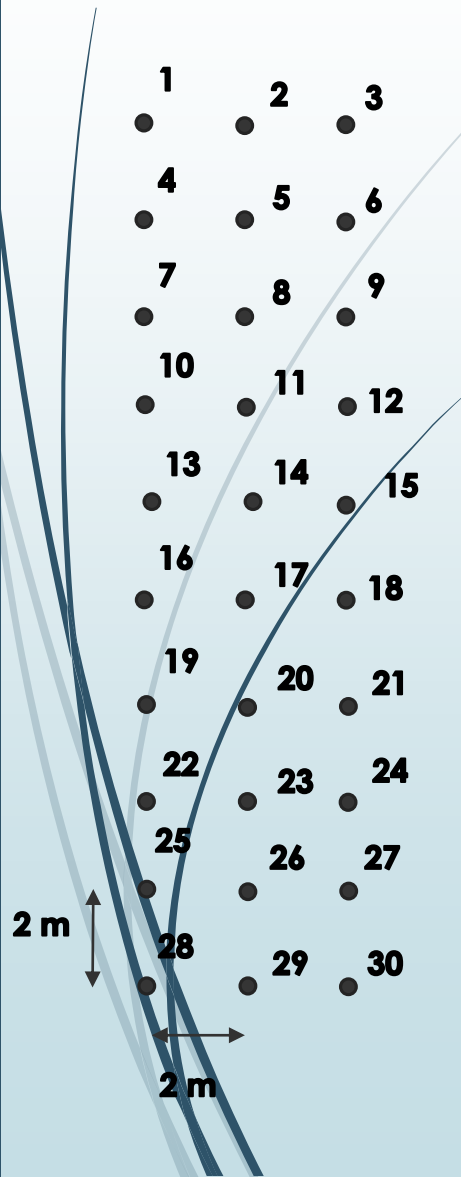
Francos et al. (2019) CATENA



Francos et al. (2019) Cuadernos Investigación Geográfica

Material y Métodos

Metodología



- **Parcela experimental de muestreo de 30 muestras.** Área de 72 m² (18x4 m), una grid con **2 m de separación entre cada muestra.**



- **Tres días después del inicio incendio** se recogieron las **primeras 30 muestras (BR)**. El **segundo muestreo** se llevó a cabo **4 días después, tras la caída de 163 mm de lluvia (AR)**. El **tercer muestreo** se llevó a cabo **1 año después (OYAF)**.

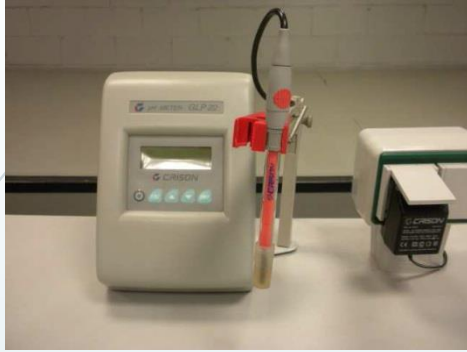
Material y Métodos

Capítulo 3

Metodología de laboratorio similar a Capítulos previos



Estabilidad de Agregados (AS) utilizando TDI



pH



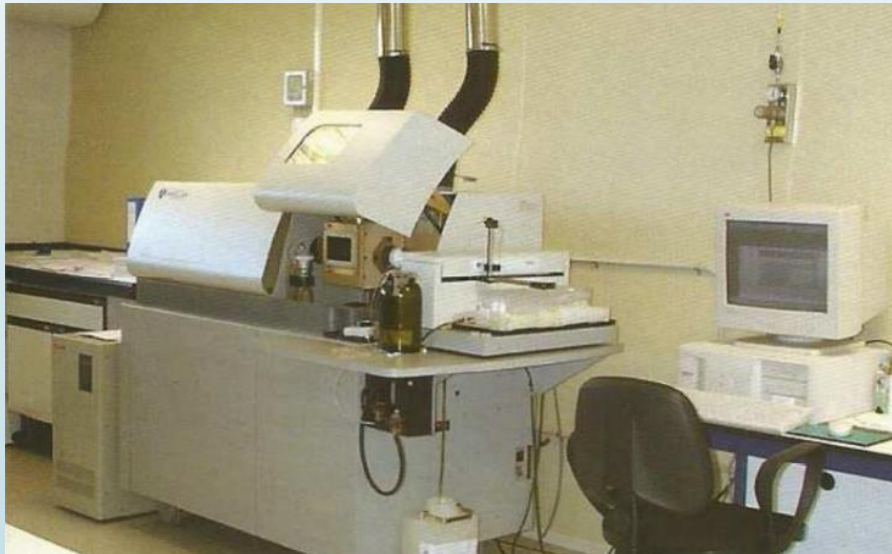
Conductividad Eléctrica (EC)



Carbón Inorgánico (IC)
Materia Orgánica (SOM)



Fósforo disponible (P)



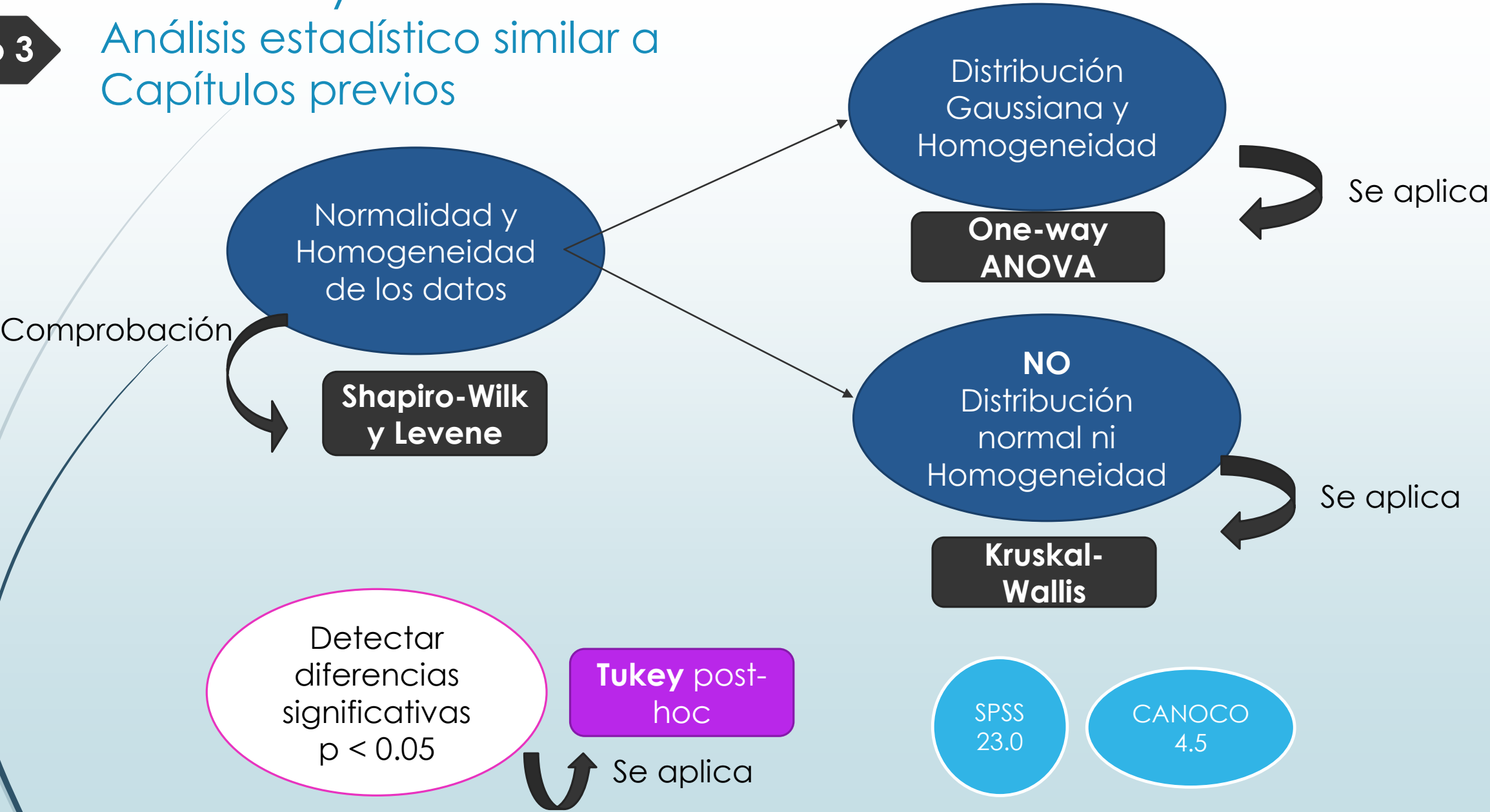
Bases Intercambiables: Calcio (Ca),
Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K)

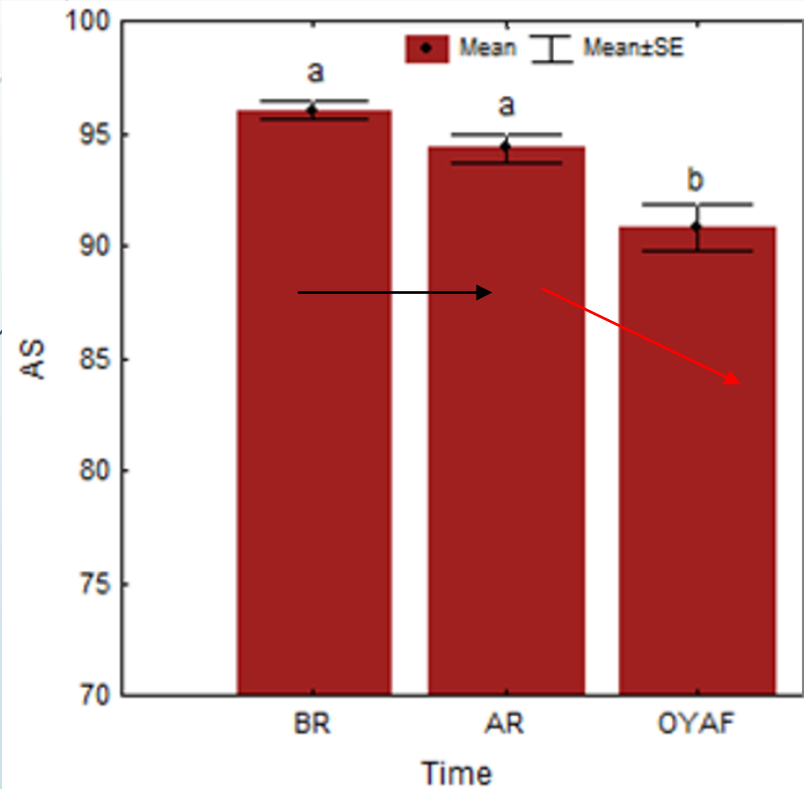


Nitrógeno Total (TN)

Material y Métodos

Análisis estadístico similar a Capítulos previos





		Mean	SD	Min	Max	p value
Total Nitrogen (%)	Before rainfall	0.32	0.08	0.17	0.52	n.s
	After rainfall	0.34	0.10	0.15	0.55	
	One year after fire	0.30	0.08	0.17	0.47	
	All	0.32	0.09	0.15	0.55	
Total Carbon (%)	Before rainfall	7.58	2.14	4.85	17.21	n.s
	After rainfall	7.69	1.78	3.50	11.73	
	One year after fire	7.08	1.59	4.90	10.94	
	All	7.45	1.85	3.50	17.21	
Organic Carbon (%)	Before rainfall	5.20b	1.28	2.86	8.23	***
	After rainfall	6.03a	1.48	3.77	9.72	
	One year after fire	4.58b	1.10	2.91	7.44	
	All	5.27	1.42	2.86	9.72	
Inorganic Carbon (%)	Before rainfall	3.49	0.40	2.21	4.42	n.s
	After rainfall	3.43	0.22	2.87	3.97	
	One year after fire	3.55	0.20	3.12	3.93	
	All	3.49	0.29	2.21	4.42	
C/N ratio	Before rainfall	24.20	4.50	18.76	44.13	n.s
	After rainfall	23.33	2.53	19.55	30.19	
	One year after fire	24.43	3.40	20.05	37.45	
	All	23.99	3.56	18.76	44.13	
Carbonates (%)	Before rainfall	16.61	3.02	4.33	21.71	n.s
	After rainfall	16.73	1.12	13.69	19.41	
	One year after fire	17.33	1.11	15.12	19.35	
	All	16.89	1.97	4.33	21.71	

Capítulo 3

		Mean	SD	Min	Max	p value
pH	Before rainfall	8.52a	0.28	7.90	9.05	***
	After rainfall	7.99b	0.09	7.84	8.21	
	One year after fire	8.19a	0.27	7.69	8.73	
	All	8.24	0.32	7.69	9.05	
EC (μS/cm)	Before rainfall	533.95a	390.40	155.40	2280.00	***
	After rainfall	272.08b	123.93	146.80	687.00	
	One year after fire	113.71c	37.00	71.40	265.00	
	All	306.58	293.65	71.40	2280.00	
Extractable calcium (ppm)	Before rainfall	26064.15b	6825.92	17649.47	45245.41	***
	After rainfall	47483.94a	11145.48	31279.83	70433.55	
	One year after fire	17142.14c	2775.97	13742.49	24454.36	
	All	30230.08	14903.23	13742.49	70433.55	
Extractable magnesium (ppm)	Before rainfall	711.47b	231.17	411.12	1157.09	***
	After rainfall	967.37a	304.23	424.90	1762.25	
	One year after fire	346.20c	78.86	214.27	526.19	
	All	675.02	339.56	214.27	1762.25	
Extractable sodium (ppm)	Before rainfall	367.17b	170.00	77.50	925.22	***
	After rainfall	508.36a	222.15	168.09	1036.97	
	One year after fire	328.16b	746.68	62.40	4230.07	
	All	401.23	401.23	62.40	4230.07	
Extractable potassium (ppm)	Before rainfall	431.56a	251.76	251.76	1550.88	***
	After rainfall	408.90a	408.90	115.54	733.44	
	One year after fire	174.27b	174.27	44.10	261.00	
	All	338.24	338.24	198.29	1550.88	
Available phosphorous (ppm)	Before rainfall	45.11b	30.80	2.28	140.61	***
	After rainfall	65.54a	37.21	5.37	161.92	
	One year after fire	19.78c	6.29	2.90	29.48	
	All	43.47	33.58	2.28	161.92	
SPAR	Before rainfall	0.984b	0.007	0.952	0.990	***
	After rainfall	0.991a	0.002	0.985	0.994	
	One year after fire	0.990a	0.002	0.986	0.993	
	All	0.988	0.005	0.952	0.994	

- El fuego no tuvo un impacto en el nitrógeno total, el carbono total, el carbono inorgánico, la relación C/N o los niveles de carbonatos.
- Este período de lluvia intensa no tuvo un impacto significativo en la estabilidad del agregado del suelo. Se observaron impactos significativos solo un año después del incendio.
- Los cationes extraíbles y el fósforo disponible aumentaron después del evento de lluvia como consecuencia de un pH favorable.
- El evento de lluvia intensa y otros procesos posteriores al incendio (atribuibles a causas naturales o humanas) no modificaron en gran medida las propiedades del suelo a corto plazo como se registró antes del episodio de lluvia intensa debido a la superficie plana en la que se encuentra el área de estudio.

Capítulo 4

Capítulo 4. Efectos a corto plazo de la gestión post-incendio en las propiedades del suelo (Cataluña, España, SO Europa)

Science of the Total Environment 633 (2018) 285–292



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Post-wildfire management effects on short-term evolution of soil properties (Catalonia, Spain, SW-Europe)

Marcos Francos^{a,*}, Paulo Pereira^b, Meritxell Alcañiz^a, Xavier Úbeda^a

^a GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Geography, University of Barcelona, Montalegre, 6, 08001, Barcelona

^b Environmental Management Centre, Mykolas Romeris University, Vilnius, Lithuania



Check for updates

Introducción y Objetivos

Éxodo rural y cambios en el sistema económico

Usos históricos



Marcos Francos (marcosfrancos91@gmail.com)

- El objetivo de este estudio es examinar los efectos a corto plazo de diferentes tratamientos de manejo post-incendio en las propiedades físico-químicas del suelo.



Marcos Francos (marcosfrancos91@gmail.com)



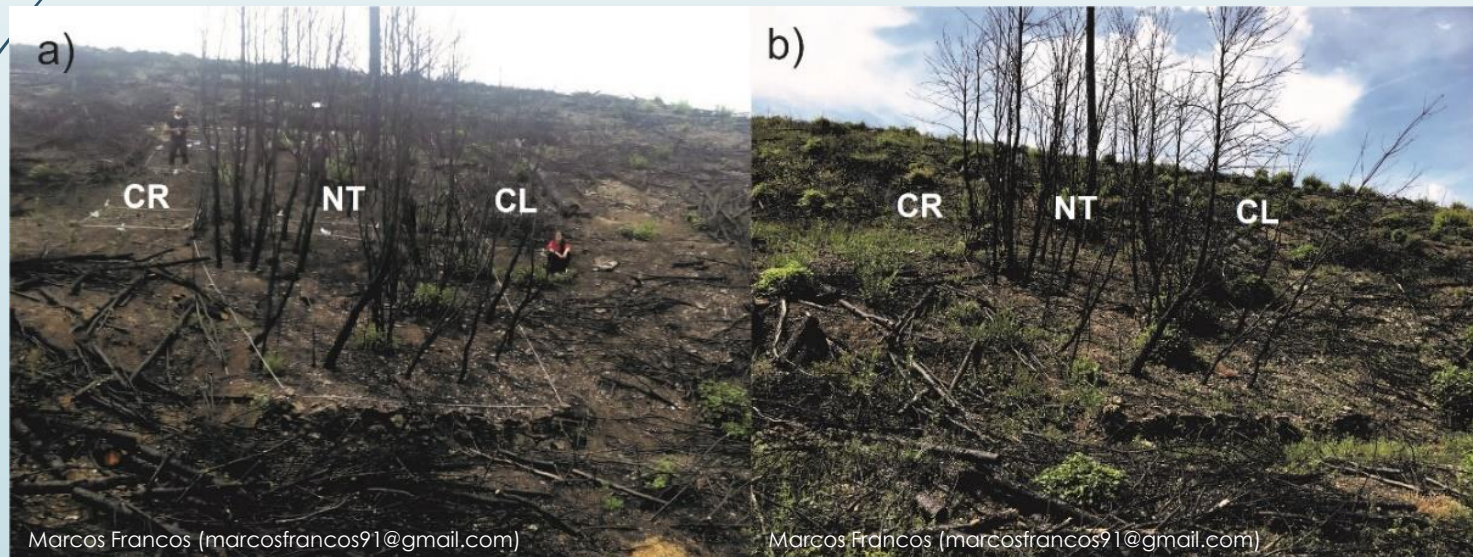
Marcos Francos (marcosfrancos91@gmail.com)

Material y Métodos

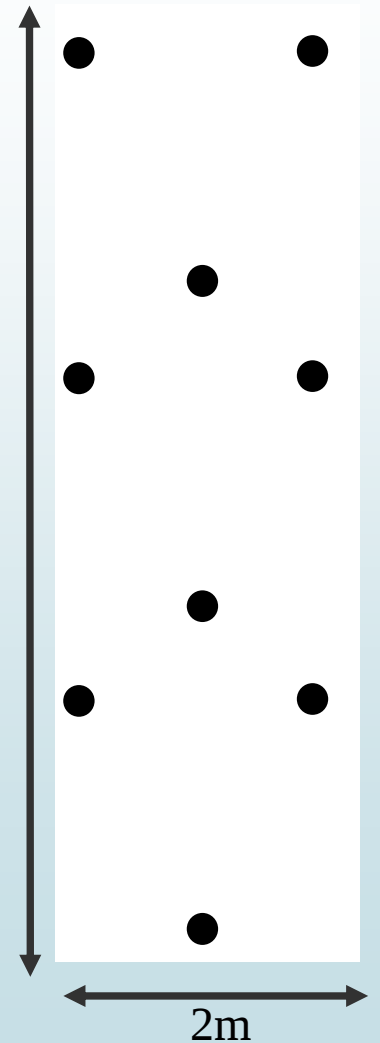
Capítulo 4

Área de Estudio (Mismo que en el Capítulo 2) Metodología

Área de estudio	Incendio/s	Fecha de la Gestión	Tipo de Gestión
NT	1986 y 2015	No Gestionado	-
CR	1986 y 2015	2015 (2 meses después del incendio)	Cortar y quitar manualmente
CL	1986 y 2015	2015 (2 meses después del incendio)	Cortar y dejar sobre el suelo



9 m



➔ **9 muestras** en cada área de **0-5 cm** profundidad. **2 y 10 meses** después del incendio

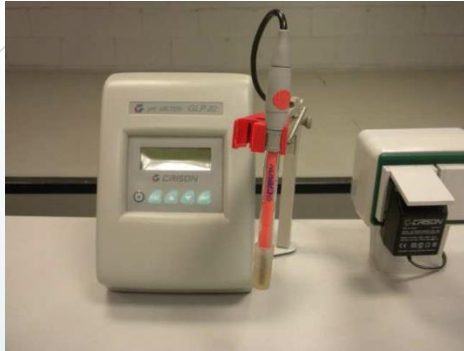
Material y Métodos

Capítulo 4

Metodología de laboratorio similar a Capítulos previos



Estabilidad de Agregados (AS) utilizando TDI



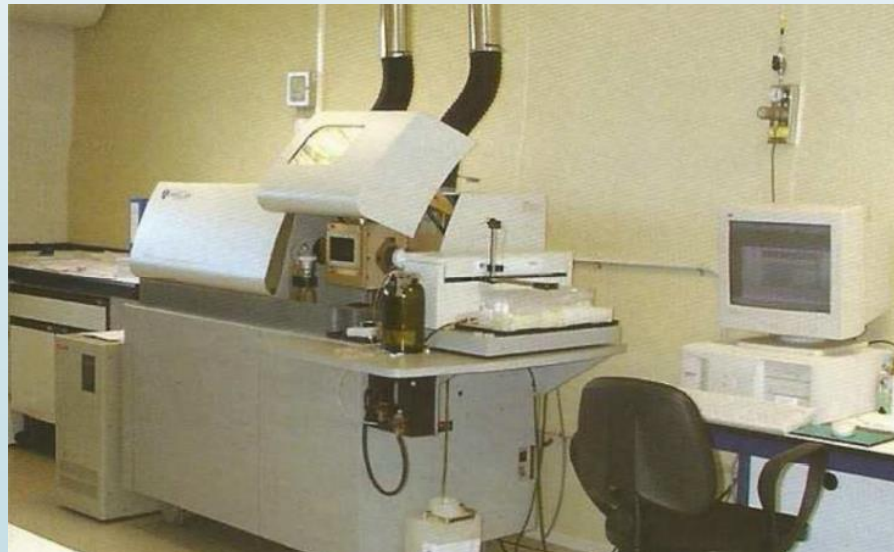
pH



Conductividad Eléctrica (EC)



**Carbón Inorgánico (IC)
Materia Orgánica (SOM)**



**Bases Intercambiables: Calcio (Ca),
Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K)**

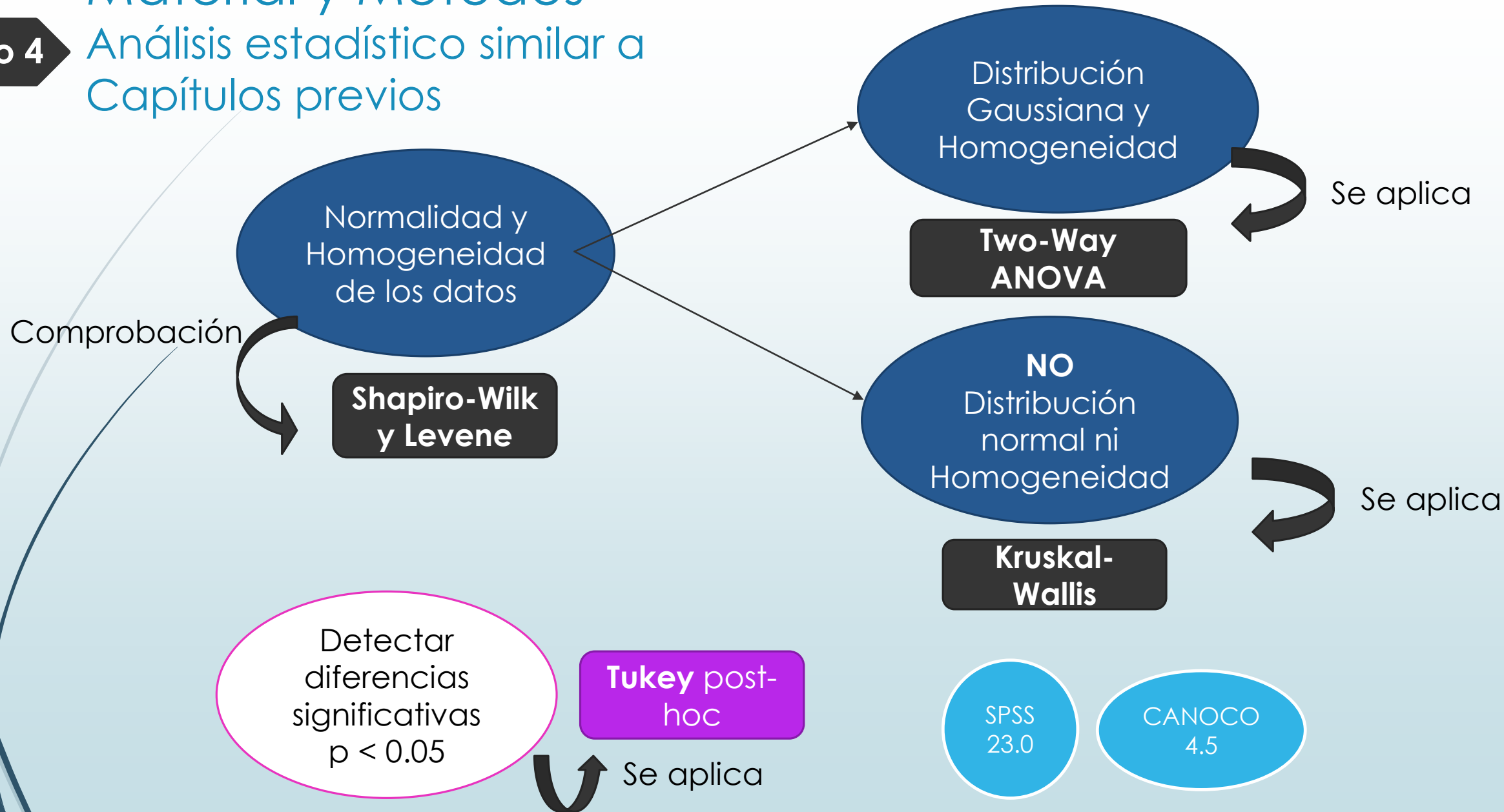


Nitrógeno Total (TN)

Material y Métodos

Capítulo 4

Análisis estadístico similar a
Capítulos previos



Resultados

Capítulo 4 Diferencias entre las diferentes gestiones Diferencias temporales

	Treatment	Sampling date	Mean	SD	Min	Max
Aggregate Stability (%)	CR	1	96.51	2.16	92.75	98.66
		2	96.96 ^a	1.90	92.72	98.59
		All	96.74	1.98	92.72	98.66
	NT	1	96.24	1.64	92.86	98.21
		2	94.83 ^{ab}	2.39	90.60	98.43
		All	95.54	2.12	90.60	98.43
	CL	1	94.67	4.15	84.95	98.24
		2	94.59 ^b	1.89	91.04	97.10
		All	95.63	3.12	84.95	98.24
Total Nitrogen (%)	CR	1	0.41	0.13	0.28	0.66
		2	0.38 ^a	0.14	0.18	0.67
		All	0.39	0.13	0.18	0.67
	NT	1	0.33	0.10	0.22	0.51
		2	0.30 ^{ab}	0.08	0.22	0.40
		All	0.31	0.08	0.22	0.51
	CL	1	0.31	0.11	0.19	0.57
		2	0.27 ^b	0.10	0.16	0.51
		All	0.29	0.10	0.16	0.57

	Treatment	Sampling date	Mean	SD	Min	Max
Soil Organic Matter (%)	CR	1	7.11	2.47	4.44	11.27
		2	7.72 ^a	2.66	4.86	13.37
		All	7.41	2.51	4.44	13.37
	NT	1	5.64	1.54	3.76	8.64
		2	5.86 ^{ab}	1.20	4.07	7.84
		All	5.75	1.34	3.76	8.64
	CL	1	5.34	2.02	3.63	10.26
		2	5.75 ^b	1.63	3.62	8.89
		All	5.54	1.79	3.62	10.26
Inorganic Carbon (%)	CR	1	2.35 ^{ab}	0.49	1.57	2.91
		2	2.31	0.51	1.88	3.45
		All	2.33	0.48	1.57	3.45
	NT	1	2.15 ^b	0.36	1.49	2.77
		2	2.26	0.35	1.68	2.87
		All	2.20	0.35	1.49	2.87
	CL	1	2.67 ^a	0.46	2.20	3.35
		2	2.55	0.42	2.02	3.14
		All	2.61	0.44	2.02	3.35
C/N ratio	CR	1	20 ^B	9	11	43
		2	27 ^A	5	23	38
		All	23	8	11	43
	NT	1	22	9	11	41
		2	27	1	24	28
		All	24	7	11	41
	CL	1	20 ^B	2	16	22
		2	30 ^A	4	23	37
		All	25	6	16	37

Capítulo 4

	Treatment	Sampling date	Mean	SD	Min	Max
pH	CR	1	8.41 A	0.24	7.97	8.67
		2	7.89 B	0.33	7.31	8.36
		All	8.15	0.39	7.31	8.67
	NT	1	8.53 A	0.12	8.36	8.76
		2	8.01 B	0.12	7.81	8.19
		All	8.27	0.30	7.81	8.76
	CL	1	8.51 A	0.16	8.18	8.66
		2	7.95 B	0.06	7.87	8.07
		All	8.23	0.31	7.87	8.66
Electrical Conductivity (µS/cm)	CR	1	395 Aa	142	222	733
		2	273 B	127	142	543
		All	334	145	142	733
	NT	1	277 ab	69	156	368
		2	243	93	124	404
		All	260	81	124	404
	CL	1	270 Ab	59	200	357
		2	216 B	48	136	279
		All	243	59	136	357

	Treatment	Sampling date	Mean	SD	Min	Max
Extractable Calcium (ppm)	CR	1	35663 A	4866	27982	43213
		2	17879 B	2462	14578	22552
		All	26771	9885	14578	43213
	NT	1	34239 A	5325	26630	44556
		2	16440 B	2005	13698	20676
		All	25340	9955	13698	44556
	CL	1	36721 A	4156	30495	41971
		2	15212 B	1126	13346	17196
		All	25967	11453	13346	41971
Extractable Magnesium (ppm)	CR	1	1650 A	309	1252	2029
		2	1183 B	330	674	1550
		All	1419	391	674	2029
	NT	1	1699 A	345	1341	2233
		2	1181 B	423	748	1900
		All	1440	460	748	2233
	CL	1	1781 A	474	1255	2511
		2	1209 B	358	854	1776
		All	1495	502	854	2511
Extractable Sodium (ppm)	CR	1	386 A	184	135	635
		2	185 B	87	108	406
		All	286	174	108	635
	NT	1	586 A	287	258	970
		2	222 B	141	80	496
		All	404	288	80	970
	CL	1	628 A	343	208	1051
		2	105 B	40	70	198
		All	367	359	70	1051
Extractable Potassium (ppm)	CR	1	642 A	135	486	863
		2	476 B	105	364	684
		All	559	145	364	863
	NT	1	608 A	163	456	1002
		2	369 B	79	320	580
		All	502	166	320	1002
	CL	1	543 A	88	391	656
		2	369 B	81	280	516
		All	456	121	280	656

- **La dinámica posterior a los incendios forestales puede verse afectada por las prácticas de manejo forestal.**
- **Los resultados mostraron que el incendio forestal tuvo un impacto inmediato en el pH del suelo y en los elementos mayoritarios extraíbles, independientemente del tratamiento realizado, disminuyendo sus niveles 10 meses después del incendio.**
- **En general, las diferencias entre los manejos realizados y el escenario de no intervención no fueron relevantes, lo que demuestra que este tipo de gestión manual es una buena alternativa para pequeñas áreas concretas donde se pretende evitar el uso de maquinaria pesada y con ello la erosión, pérdida y degradación del suelo.**

Capítulo 5. Efectos a largo plazo de un incendio forestal en suelos expuestos a diferentes severidades de fuego. Caso de estudio del Macizo de Cadiretes (NE Península Ibérica)

Science of the Total Environment 615 (2018) 664–671



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Long-term impact of wildfire on soils exposed to different fire severities.
A case study in Cadiretes Massif (NE Iberian Peninsula)



Marcos Francos ^{a,*}, Xavier Úbeda ^a, Paulo Pereira ^b, Meritxell Alcañiz ^a

^a GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Geography, University of Barcelona, Montalegre, 6, 08001 Barcelona, Spain

^b Environmental Management Centre, Mykolas Romeris University, Vilnius, Lithuania

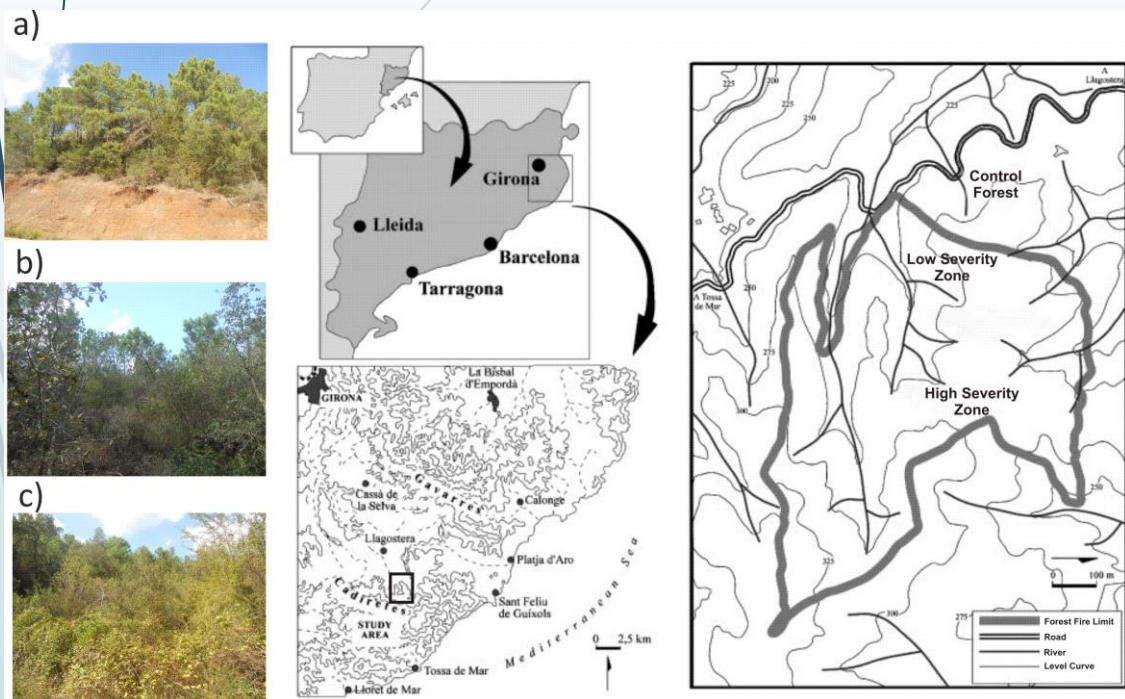
Capítulo 5

Introducción y Objetivos

- Esta **intensidad** del **fuego y consecuentemente** la **severidad** **determinarán** el **grado** de **impacto** de un incendio forestal **en** las propiedades del **suelo**.
- El **objetivo** es **monitorizar** el **impacto** a **largo plazo** de un incendio forestal de **diferentes severidades** en las propiedades químicas del suelo.
- La **importancia** de los estudios a **largo plazo** de los efectos de las diferentes severidades del fuego debería **arrojar luz** sobre la **capacidad** de los **suelos** para **responder** a diferentes niveles de **perturbación**.

Material y Métodos

Área de estudio



Modificado de Úbeda (1998)

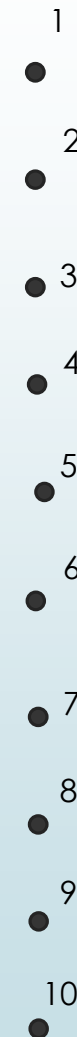
El **área de estudio** está ubicada en **Cadiretes, Girona**, en el **noreste** de la **Península Ibérica**.

Los suelos se pueden clasificar como **Haploxerept típicos**.

El macizo está cubierto por una densa **vegetación** mediterránea, e incluye especies tales como ***Quercus suber* L.**, ***Arbutus unedo* L.**, ***Erica arborea* L.** ***Pinus pinaster* ssp.**

La **precipitación media anual** varía entre **700 y 800 mm**.

El área se vio afectada por un **incendio** en julio de **1994** que quemó un área de **55 ha**. En **1994**, el área era una **plantación de *Pinus pinaster* ssp.** con potencial para ***Quercus suber* L.**



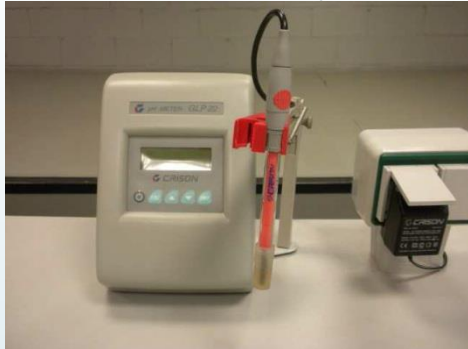
2 m

0-5 cm profundidad

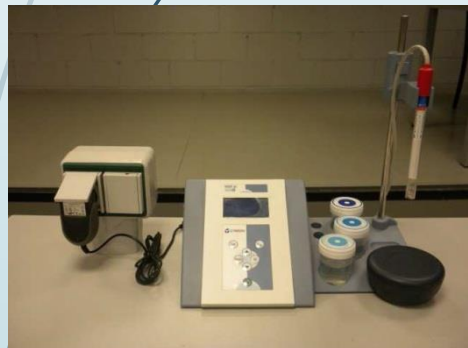
Capítulo 5

Material y Métodos

Metodología de laboratorio similar a Capítulos previos



pH



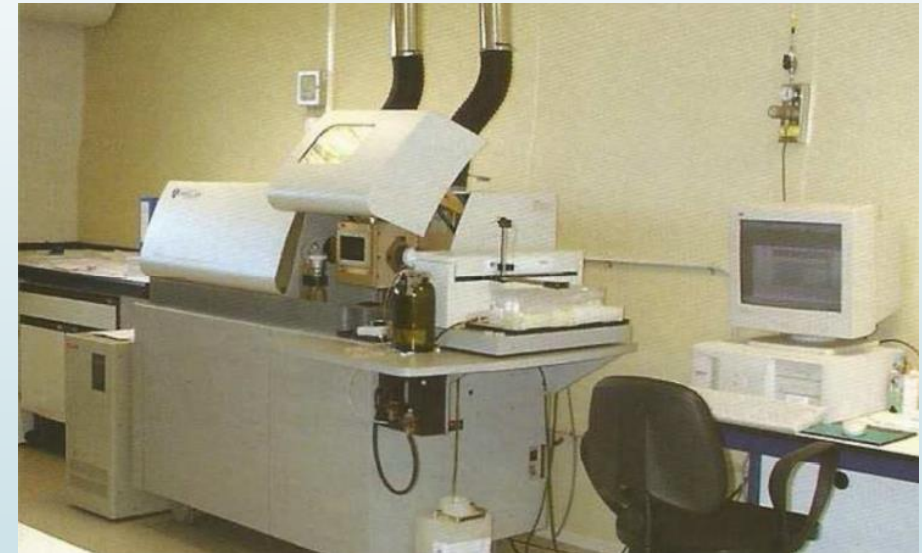
Conductividad Eléctrica (EC)



Nitrógeno Total (TN) y Carbono Total (TC)



Materia Orgánica (SOM)

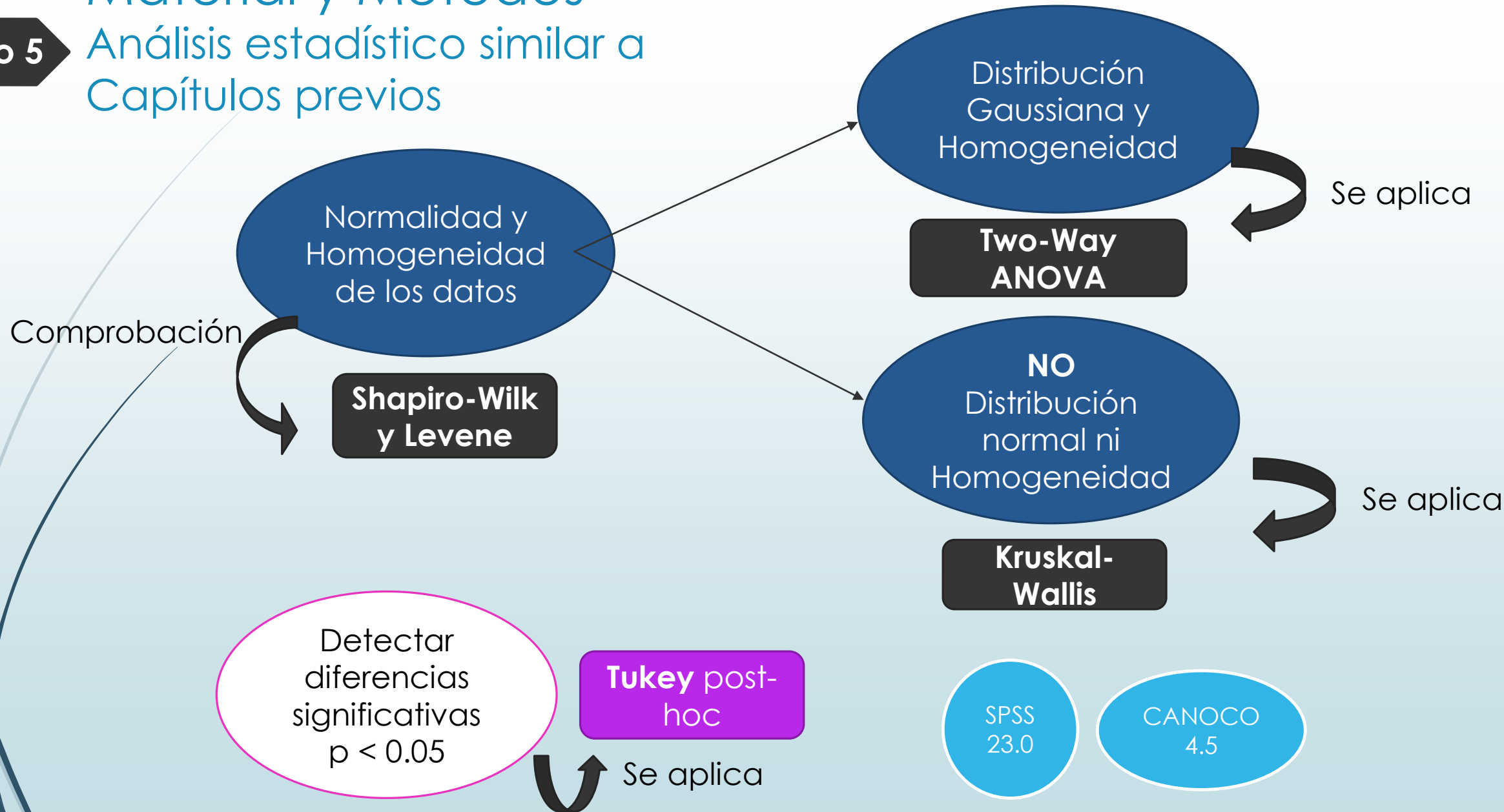


Bases Intercambiables: Calcio (Ca),
Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Potasio (K)

Material y Métodos

Capítulo 5

Análisis estadístico similar a
Capítulos previos



Resultados

Capítulo 5

Diferencias entre las diferentes zonas Diferencias temporales

	Sampling date	Plot	Mean	SD	Min	Max
Total Nitrogen (%)	Short-term	Control	0.39	0.38	0.25	0.54
		Low	0.64 A	0.25	0.49	0.79
		High	0.44 A	0.28	0.29	0.59
		All	0.49	0.28	0.25	0.79
	Medium-term	Control	0.49 a	0.26	0.38	0.59
		Low	0.22 bB	0.09	0.12	0.33
		High	0.16 bB	0.84	0.05	0.26
		All	0.29	0.21	0.05	0.59
	Long-term	Control	0.24	0.07	0.14	0.35
		Low	0.18 B	0.08	0.08	0.28
		High	0.18 B	0.05	0.08	0.28
		All	0.20	0.07	0.08	0.35
Total Carbon (%)	Short-term	Control	10.54	8.61	7.17	13.9
		Low	13.70 A	5.98	10.33	17.06
		High	9.75 A	2.84	6.39	13.12
		All	11.33	6.07	6.39	17.06
	Medium-term	Control	11.23 a	6.07	8.85	13.61
		Low	5.27 bB	1.99	2.9	7.65
		High	3.05 bB	1.84	0.67	5.43
		All	6.52	5.1	0.67	13.61
	Long-term	Control	6.83 a	1.70	4.45	9.21
		Low	4.25 bB	1.75	1.87	6.63
		High	3.9 bB	1.22	1.52	6.28
		All	4.99	2.02	1.52	9.21

Resultados a Corto plazo (Úbeda, 2001)
Resultados a Medio plazo (Úbeda et al., 2005)

	Sampling date	Plot	Mean	SD	Min	Max
C/N ratio	Short-term	Control	50.11 aA	5.56	40.87	55.23
		Low	29.91 bA	14.76	3.66	38.60
		High	38.78 abA	2.70	35.75	42.79
		All	39.60	12.10	3.66	55.23
	Medium-term	Control	16.54 C	9.33	6.62	37.47
		Low	13.98 B	2.17	11.00	18.60
		High	10.84 B	1.94	8.18	13.15
		All	13.79	5.93	6.62	37.47
	Long-term	Control	28.45 B	4.99	31.41	49.57
		Low	23.61 A	5.78	32.02	51.54
		High	20.56 A	4.52	27.30	42.37
		All	38.49	5.22	27.30	51.54
Soil Organic Matter (%)	Short-term	Control	18.14 A	14.85	13.43	22.90
		Low	19.01 A	13.78	14.28	23.75
		High	16.96 A	4.73	12.28	21.70
		All	18.05	11.15	12.28	23.75
	Medium-term	Control	6.39 aB	1.12	3.05	9.74
		Low	3.06 bB	1.16	0.29	6.41
		High	1.77 cC	1.07	1.58	5.11
		All	3.74	2.26	0.29	9.74
	Long-term	Control	9.44 aB	1.94	6.09	12.78
		Low	6.74 bB	2.29	3.39	10.09
		High	6.32 bB	1.06	2.98	9.67
		All	7.50	2.26	2.98	12.78

Resultados

Capítulo 5

Diferencias entre las diferentes zonas Diferencias temporales

	Sampling date	Severity	Mean	SD	Min	Max
Extractable Calcium (ppm)	Short-term	Control	1289 B	465	447	2132
		Low	1075 B	253	232	1917
		High	1369 C	129	527	2212
		All	1244	244	232	2212
	Medium-term	Control	5170 aA	2032	4574	5766
		Low	3246 bA	669	2650	3842
		High	3248 bA	517	2653	3844
		All	3888	172	2650	5766
	Long-term	Control	3020 aB	678	2425	3616
		Low	2715 aA	1005	2119	3311
		High	1912 bB	289	1316	2508
		All	2549	172	1316	3616
Extractable Magnesium (ppm)	Short-term	Control	392 aB	151	200	584
		Low	213 bC	51	21	405
		High	281 abB	28	89	473
		All	296	56	21	584
	Medium-term	Control	912 A	416	776	1048
		Low	878 A	172	742	1014
		High	785 A	243	649	920
		All	858	39	649	1048
	Long-term	Control	620 aAB	139	484	756
		Low	510 abB	211	383	654
		High	419 bB	48	283	555
		All	519	39	283	756

Resultados a Corto plazo (Úbeda, 2001)
Resultados a Medio plazo (Úbeda et al., 2005)

	Sampling date	Severity	Mean	SD	Min	Max
Extractable Sodium (ppm)	Short-term	Control	347	205	62	631
		Low	380 B	152	96	664
		High	330 AB	166	46	614
		All	352	164	46	664
	Medium-term	Control	554	540	353	755
		Low	854 A	536	653	1055
		High	562 A	288	361	763
		All	657	475	353	1055
	Long-term	Control	194	98	7	394
		Low	102 B	136	99	303
		High	164 B	112	37	364
		All	153	119	7	394
Extractable Potassium (ppm)	Short-term	Control	161 bB	67	95	227
		Low	308 a	110	242	374
		High	278 ab	51	212	344
		All	249	99	95	374
	Medium-term	Control	300 bA	56	254	347
		Low	419 a	119	372	465
		High	252 b	43	205	298
		All	324	105	205	465
	Long-term	Control	214 bB	48	169	262
		Low	307 a	71	261	354
		High	238 ab	71	191	285
		All	254	74	169	354

- La falta de recuperación presentada por los parámetros esenciales del suelo, incluidos Ca y Mg extraíbles (en el área afectada por incendios de alta severidad), TC y SOM, muestra que las medidas de restauración pueden ser necesarias, especialmente después de incendios de alta severidad.
- La incapacidad de los nutrientes para recuperar sus niveles previos al fuego es claramente una consecuencia de las perturbaciones causadas por el fuego (por ejemplo, remoción de vegetación, erosión, lixiviación) y la subsiguiente regeneración vegetal con el tiempo, disminuyendo el contenido general de nutrientes del suelo.
- Los suelos necesitan más tiempo para regresar a sus niveles anteriores al fuego, especialmente en las áreas afectadas por el fuego de alta severidad.

Capítulo 6. Gestión forestal a largo plazo después de un incendio (Cataluña, NE Península Ibérica)



[Journal of Forestry Research](#)

pp 1–10 | [Cite as](#)

Long-term forest management after wildfire (Catalonia, NE Iberian Peninsula)

Authors

Authors and affiliations

Marcos Francos 1

[Email author](#)

Xavier Úbeda 1

Paulo Pereira 2

1. GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània), Department of Geography, University of Barcelona, Barcelona, Spain

2. Environmental Management Centre, Mykolas Romeris University, Vilnius, Lithuania

Capítulo 6 Introducción y Objetivos

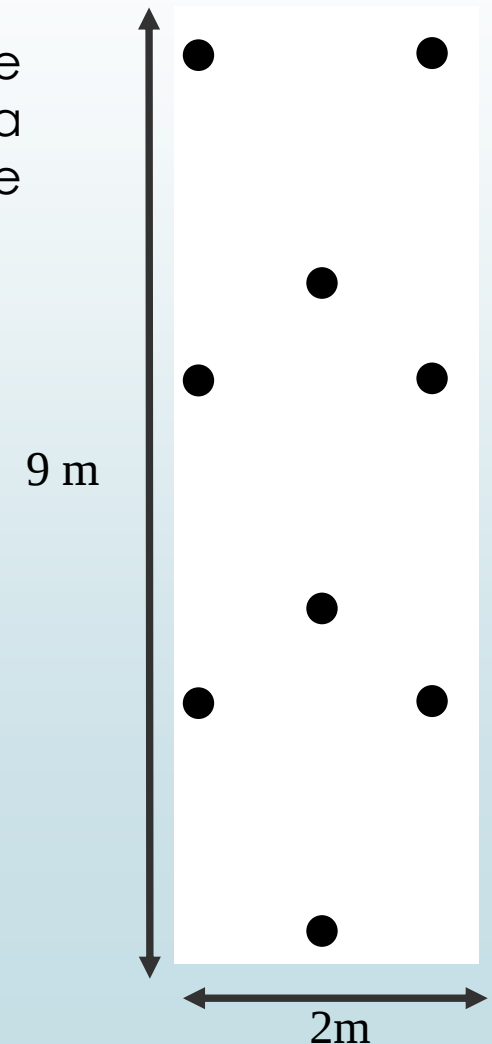
- El **grado de impacto del fuego sobre el suelo** depende también de las **condiciones previas al fuego**.
- Los **objetivos** de este estudio fueron:
 - **Analizar las diferencias en las propiedades del suelo asociadas con las prácticas de manejo post incendio.**
 - **Estudiar cómo la densidad vegetal afecta a las propiedades del suelo.**

Área de Estudio (Mismo que en los Capítulos 2 y 4) Metodología

- El tratamiento de **clareo** realizado, consistió en dejar **1,000** pies de árbol **por hectárea** y **dejando** la **vegetación cortada sobre** la superficie del **suelo** en **montones inferiores a 1 m**. Los **residuos de madera** de **espesor fino y medio**.

Area de estudio	Años desde el último incendio	Fecha de la gestión
Control	> 30	No Gestionado
Baja densidad (LD)	30	2005
Alta densidad (HD)	30	No Gestionado

- 9 muestras** en cada área de **0-5 cm profundidad**.



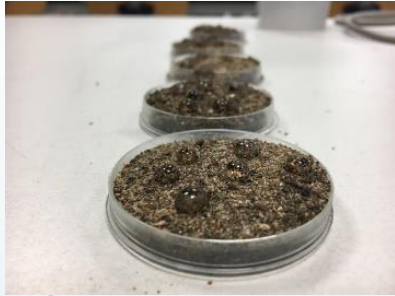
Material y Métodos

Capítulo 6

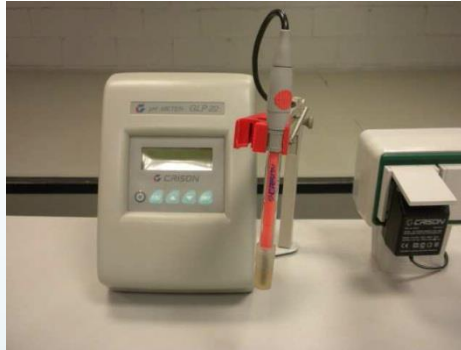
Metodología de laboratorio similar a Capítulos previos



Estabilidad de Agregados (AS) utilizando TDI



Hidrofobicidad (SWR) utilizando el método WDPT



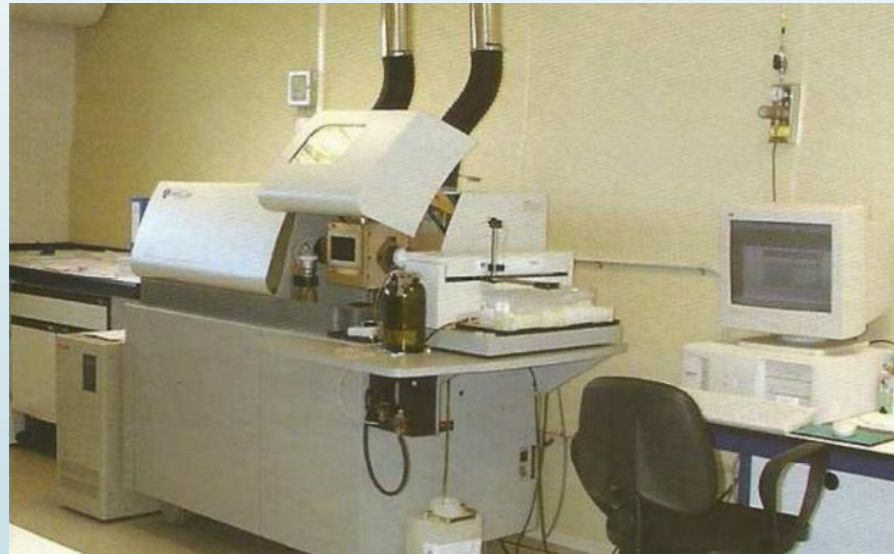
pH



Conductividad Eléctrica (EC)



**Carbón Inorgánico (IC)
Materia Orgánica (SOM)**



Bases Intercambiables: Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K), Fósforo disponible (P), Hierro (Fe), Aluminio (Al), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Cromo (Cr), Silicio (Si) y Azufre (S).

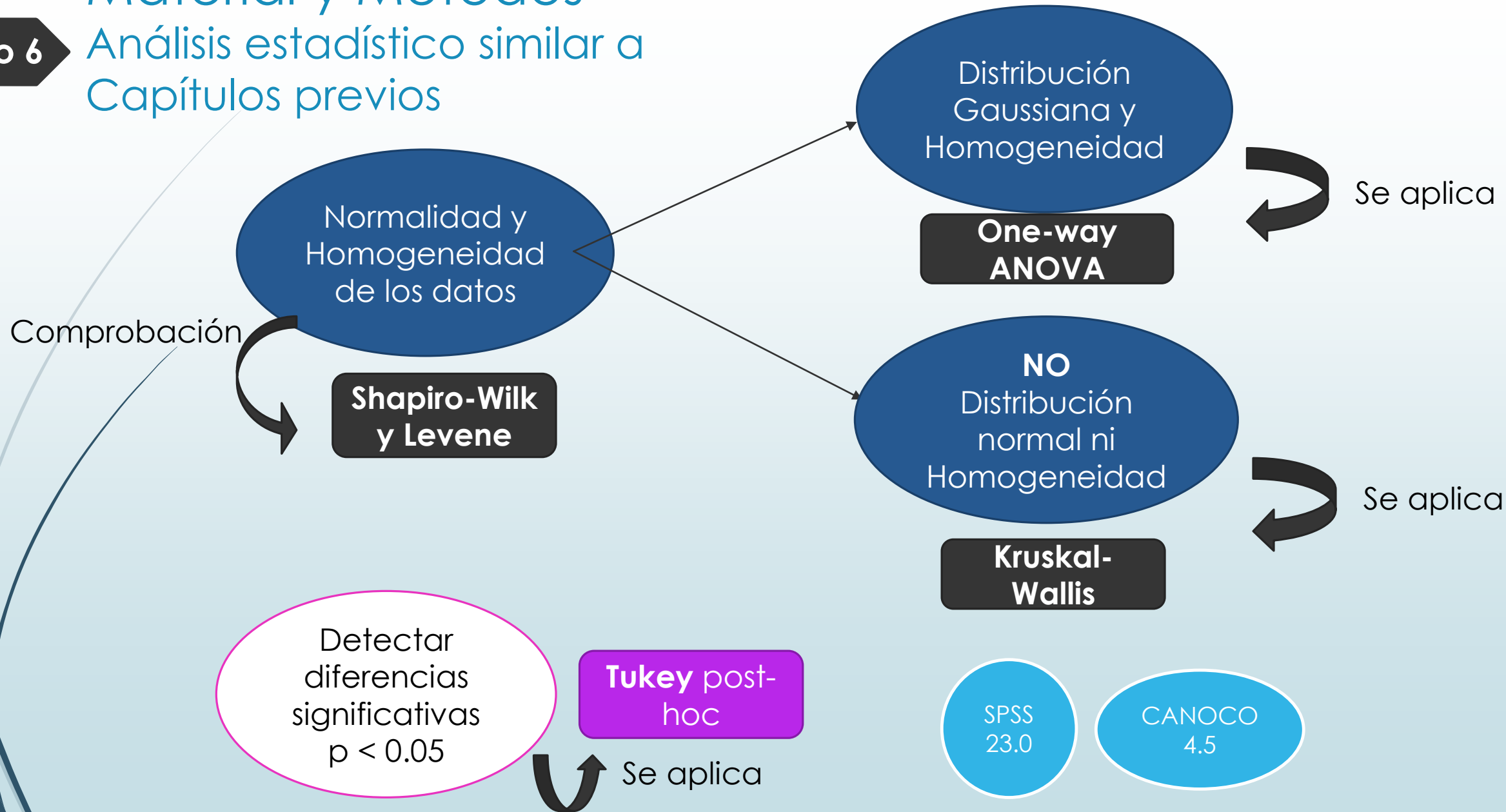


Nitrógeno Total (TN)

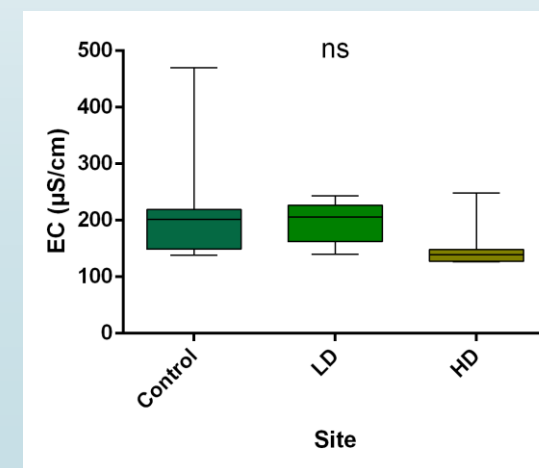
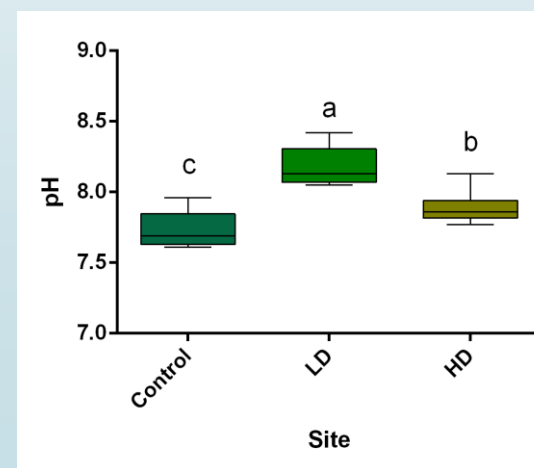
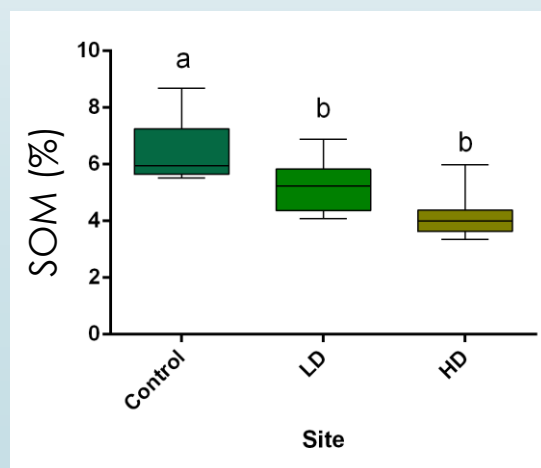
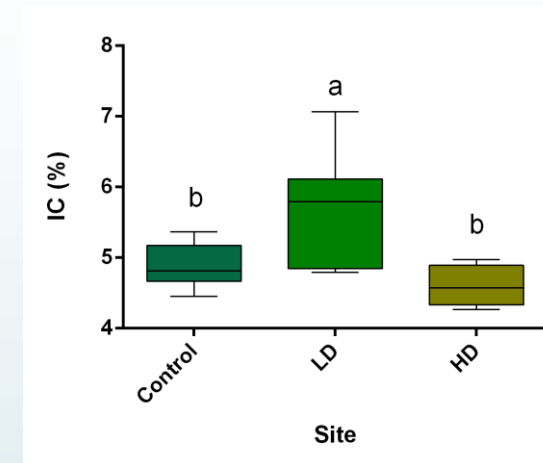
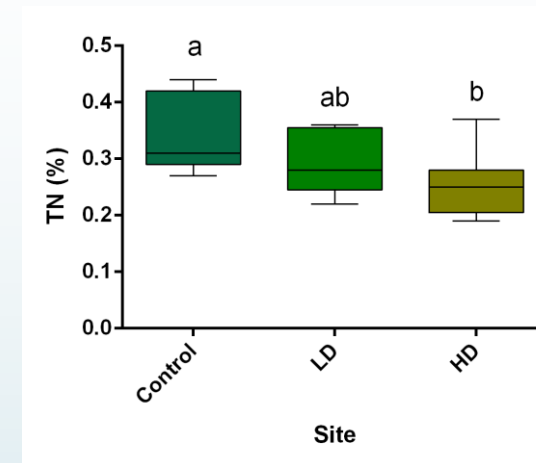
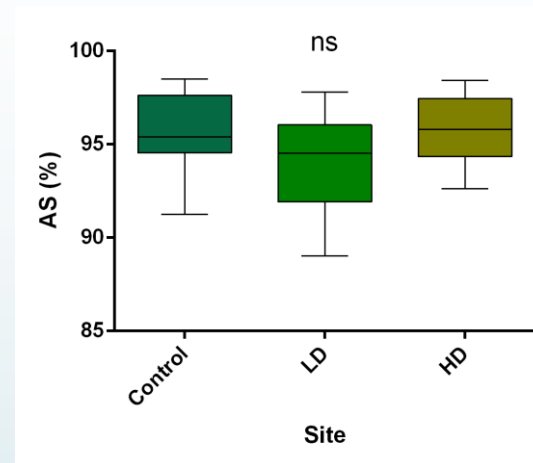
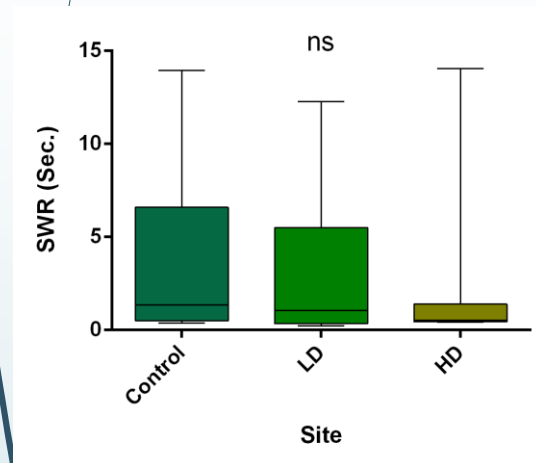
Material y Métodos

Capítulo 6

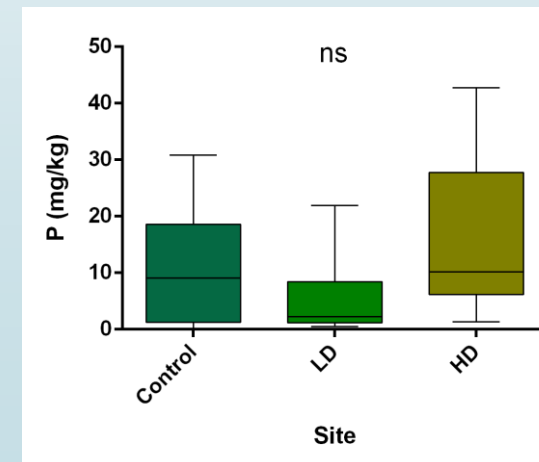
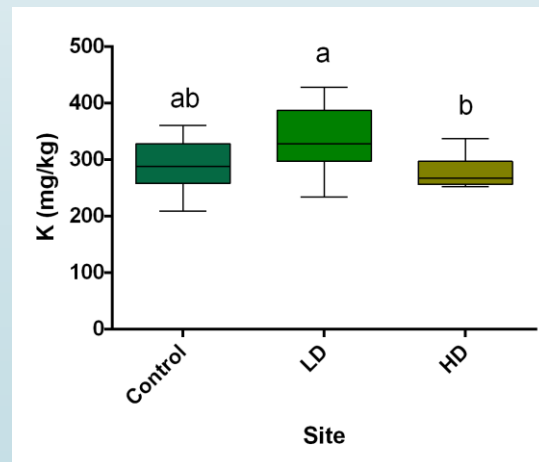
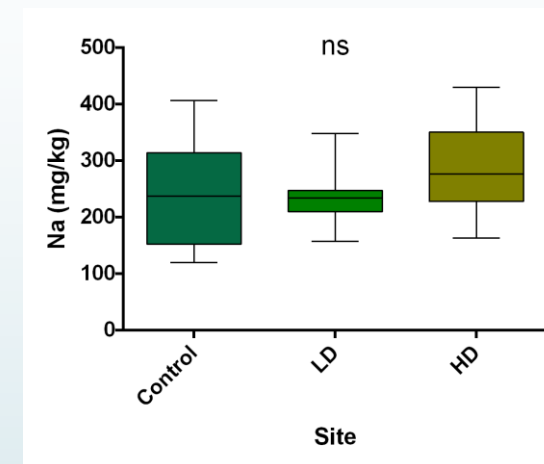
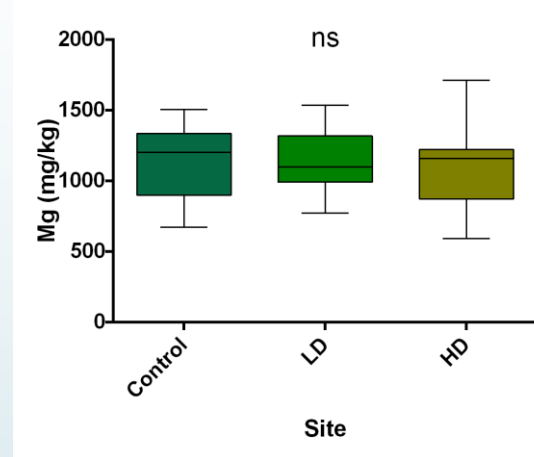
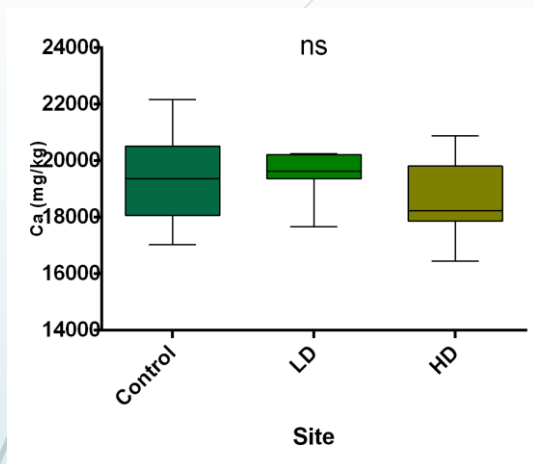
Análisis estadístico similar a
Capítulos previos



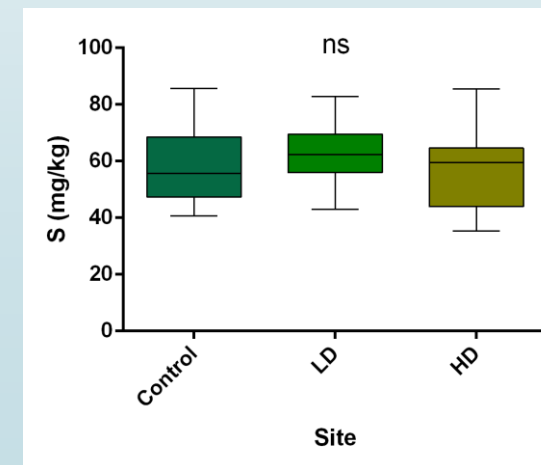
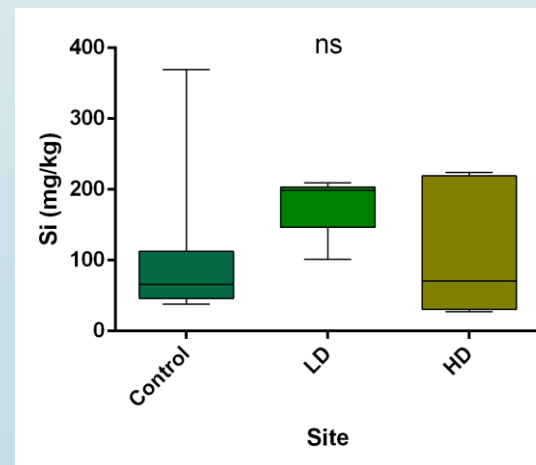
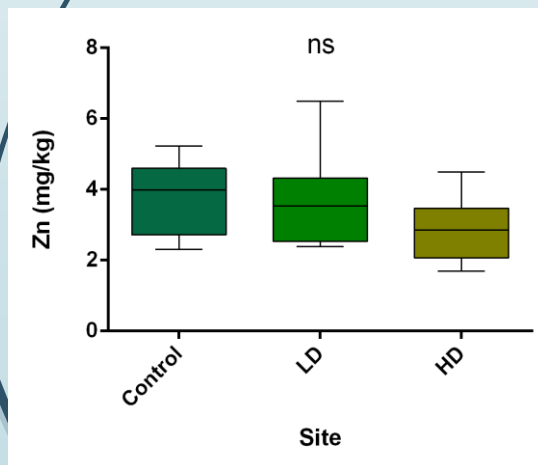
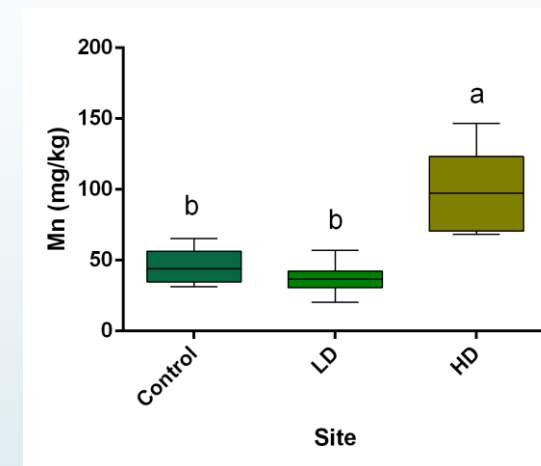
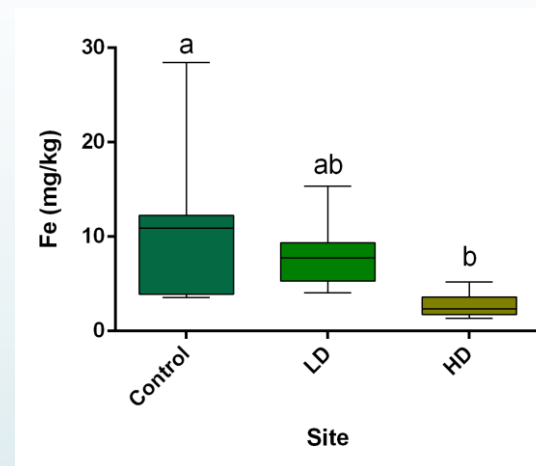
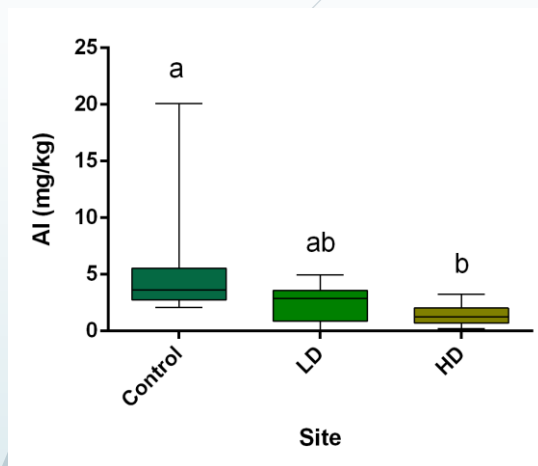
Capítulo 6 Resultados



Capítulo 6 Resultados



Capítulo 6 Resultados



Capítulo 6 Conclusiones

- La ausencia de diferencias en las propiedades del suelo en los sitios de control y quemados (LD y HD) nos permite concluir que los suelos se han recuperado completamente.
- Más específicamente, los sitios LD y Control presentan propiedades del suelo muy similares.
- Las diferencias que surgieron entre los sitios de baja (LD) y alta densidad (HD) pueden atribuirse directamente al tratamiento forestal realizado en 2005 y las consiguientes diferencias en la densidad vegetal.
- En resumen, nuestros resultados apuntan a los efectos positivos de la gestión realizada casi 20 años después de un incendio forestal y los efectos más dañinos (aunque no dramáticos) de la alta densidad vegetal, que revelan algunos problemas en la recuperación de ciertas propiedades del suelo.

Conclusiones Generales

- Los suelos pueden ser afectados de manera importante por el fuego, este impacto depende de la severidad del fuego. Asimismo el grado del impacto depende de muchos factores como la intervención humana y la forma en que manejamos las áreas afectadas por incendios de alta severidad. En general, las opciones de manejo posterior al incendio pueden desencadenar o reducir la degradación del suelo en áreas afectadas por incendios de alta severidad.
- Las prácticas de gestión forestal, como la tala, se realizan en muchas áreas forestales para disminuir la carga de combustible vegetal y en consecuencia disminuir el riesgo de incendio. El clareo y el lapso entre este manejo y un incendio forestal, tienen efectos en las propiedades del suelo. No eliminar la vegetación cortada de la superficie del suelo influye en la severidad del fuego y produce cambios sustanciales en las propiedades del suelo.
- El estado del suelo posterior al incendio es muy frágil y una lluvia torrencial puede dañar sus propiedades. En este sentido es muy importante tener en cuenta la topografía del área de trabajo ya que en zonas planas esta degradación o impacto puede verse mitigado.

Conclusiones

Conclusiones Generales

- La dinámica posterior a los incendios forestales puede verse afectada por las prácticas de manejo forestal. La gestión manual por su escaso impacto es una buena alternativa para pequeñas áreas concretas donde se pretende evitar el uso de maquinaria pesada y con ello la erosión y pérdida de suelo provocando con todo ello la degradación del suelo.
- Los incendios forestales tienen diferentes efectos a largo plazo en las propiedades químicas del suelo, lo que indica que los nutrientes del suelo responden de manera diferente según el tiempo transcurrido desde el incendio y varían en gran medida dependiendo de la severidad de dichos incendios. Los suelos necesitan más tiempo para regresar a sus niveles anteriores al fuego, especialmente en las áreas afectadas por el fuego de alta severidad.
- Los incendios forestales forman parte del ecosistema mediterráneo y la gestión forestal de medio a largo plazo después del incendio es necesaria para evitar los efectos dañinos causados por incendios forestales de alta severidad y reducir el riesgo de incendio.

Gracias por su atención

Marcos Francos

(marcosfrancos91@gmail.com)



UNIVERSIDAD DE TARAPACA
Universidad del Estado