

**Estat d'un sòl forestal cremat un any després de la
introducció de ramats en l'incendi d'Òdena-El Bruc.
Barcelona**



Treball Final de Grau
Xavier Herranz González

Tutors: Xavier Úbeda i Marcos Francos

Curs 2017/2018

Universitat de Barcelona

Índex

	pàgines
1. Introducció.....	9
1.1 El foc i els espais naturals.....	11
1.2 Figures de protecció ambiental.....	17
1.3 El projecte Life Montserrat.....	19
1.4 Gestió forestal.....	21
1.5 La Silvopastura.....	22
2 Objectius.....	23
3 Àrea d'estudi.....	24
3.1 Localització.....	25
3.2 Aspectes físics.....	26
4 Metodologia.....	27
4.1 Disseny experimental i mostreig de camp.....	27
4.2 Metodologia de Laboratori.....	31
4.1 Metodologia de Gabinet.....	36
5 Resultats i discussió.....	37
6 Conclusions.....	63
7 Referències bibliogràfiques.....	64
8 Annexos.....	69

Agraïments

En primer lloc, vull mostrar les meves gratituds al Marc Taüll, el meu tutor durant l'estància a Solsona i mentre treballava al Centre Tecnològic Forestal, un dels propulsors perquè aquest treball s'hagi portat a terme, no només amb paraules sinó amb fets, donant-me material de primera línia.

En segon lloc, agrair a la meua família per fer-me suport al llarg de la redacció del TFG i ajudar-me en la mesura del possible en aquest treball. Vull fer una menció especial a la meua parella sentimental per ajudar-me en tot moment i tenir paciència amb mi.

Per últim i mes important, agrair moltíssim els meus dos tutors que he tingut en tot el treball, constantment al meu costat des de les primeres paraules fins el final.

En Marcos Francos per ensenyar-me metodologies científiques, una manera de treballar, unes línies de treball, ensenyar-me com funciona la investigació i a desenvolupar-me en el laboratori entre moltes altres coses.

Al Xavi Úbeda per ensenyar-me a treballar en un mètode científic, un treball sigui complet i tot estigui lligat i al sac, a fer-me entendre que la geografia i la ciència han d'anar lligades de les mans i a valorar la geografia com el meu món.

Ha estat un autèntic plaer tenir els dos tutors i haver treballat amb ells, una gran experiència tant a nivell professional com a nivell personal, el bon rollo que sempre han demostrat els dos és realment un factor d'agrair moltíssim i la complicitat que tenen entre els dos sempre m'ha generat un clima de motivació i entusiasme.

Per acabar, agrair que m'han obert les portes al món de la investigació i a decantar el meu futur post grau sobretot dirigir-lo cap a certs camps d'estudi, per tant, gracies a ells he pogut aclarir una mica l'abisme en el que et trobes quan estàs acabant un grau.

Per a següents alumnes, recomano que sense dubtar-ho agafin aquests tutors per al seu TFG.

Índex de figures

- Figura 1: Triangles del foc i del seu comportament
- Figura 2: imatge dels incendis a escala mundial dels incendis al Juny de 2017
- Figura 3. Mapa de risc d'incendi passat i projecció de futur d'Europa
- Figura 4. Mapa de risc d'incendi mensual a Europa
- Figura 5. Incendis mensuals a Catalunya, dades des de 1986 fins 2016
- Figura 6. Incendis al municipi d'Òdena i El Bruc
- Figura 7 .Resum esquemàtic-visual del Life Montserrat
- Figura 8. Mapa d'àrea de treball del Life Montserrat, àrea de l'incendi i localització de les parcel·les
- Figura 9. Mapa de localització de les parcel·les
- Figura 10. Gràfic Ombrotèrmic d'Òdena
- Figura 11. Imatge de les parcel·les de mostreig de vaques, cabres i control durant el primer mostreig.
- Figura 12. Imatge de les parcel·les de mostreig de vaques, cabres i control durant el segon mostreig.
- Figura 13. Extracció de mostres
- Figura 14. Extracció amb cilindre
- Figura 15. Tamisació de mostres
- Figura 16. Polveritzament de mostres
- Figura 17. pH i Conductivitat elèctrica de mostres
- Figura 18. Filtratge de mostres.
- Figura 19. Emmagatzematge de les mostres fines
- Figura 20. Hidrofobicitat en les mostres
- Figura 21. Estabilitat d'agregats
- Figura 22. Comparació de la hidrofobicitat
- Figura 23. Comparació de la Estabilitat d'Aggregats
- Figura 24. Comparació del NT
- Figura 25. Comparació del CI
- Figura 26. Comparació de la MO

- Figura 27. Comparació de pH
- Figura 28. Comparació de CE
- Figura 29. Comparació de Ca
- Figura 30. Comparació de Mg
- Figura 31. Comparació de Na
- Figura 32. Comparació de K
- Figura 33. Comparació de Al
- Figura 34. Comparació de Mn
- Figura 35. Comparació de Fe
- Figura 36. Comparació de Zn
- Figura 37. Comparació de Si
- Figura 38. Comparació de S
- Figura 39. Comparació de C/N ràtio
- Figura 40. Comparació de SPAR
- Figura 41. Comparació Ca:Al
- Figura 42. Comparació Ca:Mg

Índex de taules

- Taula 1. Sistema de nomenclatura d'extracció de mostres 2016
- Taula 2. Sistema de nomenclatura d'extracció de mostres 2017
- Taula 3: Comparació 1er mostreig, 1 vaques, 2 cabres i 3 control
- Taula 4: Comparació 2º mostreig, 1 vaques, 2 cabres i 3 control
- Taula 5: Comparació Vaques, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig
- Taula 6: Comparació Cabres, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig
- Taula 7: Comparació Control, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig

Resum

La dècada dels anys 90 marquen un abans i un després en la història recent dels grans incendis forestals, fou un any en el qual en la totalitat del territori espanyol el 0,42% dels incendis van arrasar el 80,47% de tota la superfície cremada, parlem d'un problema molt greu que s'ha anat agreujant amb el transcurs del temps. Els municipis d'Ódena i del del Bruc no han estat una excepció ni molt menys, al Bruc, per exemple, hi ha hagut un total de 31 incendis forestals en el període (1994-2009) que dona una mitjana de 2 incendis per any, i això s'agreuja en la proximitat dels nostres dies (2010-2016) augmentant a 4,5 incendis forestals a l'any. Els dos factors principals són l'abandonament progressiu dels conreus i els boscos, i potser una durada massa llarga de períodes secs. Destaquem l'incendi de 2015 que servirà com a moll de l'òs en aquest treball.

El projecte Life Montserrat mitjançant la silvopastura com a eina, vol reduir els nivells de combustible i evitar que els incendis forestal siguin tant perjudicials tant a nivell econòmic, social, natural, científic, etc. L'objectiu principal d'aquest treball fi de grau és el coneixement de l'estat del sòl en tres parcel·les post-incendi situades en el municipi del Bruc on s'utilitzen ramats de vaques, cabres, subvencionades pel Porjecte Life Montserrat i una parcel·la control on no passen ramats.

En aquest treball s'han analitzat diferents propietats fisicoquímiques, mitjançant el mateix disseny experimental que es va dur a terme en estudis previs de García-Orenes l'any 2017 o Francos l'any 2018, podem dir després de l'anàlisi fisicoquímic que s'han trobat canvis significatius pel maneig silvopastural a l'estabilitat d'agregats, l'Alumini, el pH, el Magnesi, en el Sofre i en les relacions tant Calci i Alumini com Calci i Magnesi, l'Hidrofobicitat, el Nitrogen total, el Carboni Inorgànic, la matèria orgànica, la conductivitat elèctrica, el Calci, el Sodi, el Potassi, el Manganès, el Silici i l'SPAR. I pel que respecte la temporalitat en cada una de les diferents parcel·les en les vaques s'han pogut apreciar canvis en l'Hidrofobicitat, en la conductivitat elèctrica, en el Sodi, l'Alumini i la relació Calci i Alumini, en les cabres l'estabilitat d'agregats, Carboni inorgànic, en la conductivitat elèctrica, el Sodi, relació Carboni i Nitrogen i l'SPAR i en el control en el Sodi, Silici i l'SPAR.

Podem dir que la introducció de ramats de cabres i vaques en aquestes zones cremades estudiades no altera negativament les propietats del sòl. En cap de les parcel·les hi ha una manca important d'elements edàfics, com tampoc en la seva estabilitat estructural.

Paraules clau: Grans incendis forestals (GIF), anàlisis fisicoquímico, silvopastura, propietats del sòl.

Abstract

The decade of the 90s marks a before and after in the recent history of the great forest fires, it was a year in which all of the Spanish territory only the 0.42% of the fires burnt the 80,47% total area. We are talking about a very serious problem that has been aggravated over time. The municipality of El Bruc is no an exception, since there has been a total of 31 forest fires in the period from 1994 to 2009. This is an average of 2 fires per year, and this situation has worsened through the years (2010-2016) increasing to 4.5 forest fires per year. The two main causes are the progressive abandonment of crops and forests. Moreover, we must take in great consideration a fire that took place there in 2015 as the centre of the present investigation.

The Life Montserrat project, through silvopasture, wants to reduce fuel levels and prevent forest fires from being so harmful for the environment, the economy, society, and science in general. The main objective of this work is investigating and describing the state of the soil of three specific post-fire seats located in El Bruc.

In this work, different physicochemical properties will be analyzed, using the same experimental design carried out in prior studies such as the ones developed by García-Orenes in 2017 or Francos in 2018. Our results suggest that there have been changes in silvopastoral management, the stability of aggregates and the Aluminum, pH, Magnesium, sulfur and in the relationships between Calcium and Aluminum, Calcium and Magnesium, Hydrophobicity, Total Nitrogen, Inorganic Carbon , organic matter, electrical conductivity, Calcium, Sodium, Potassium, Manganese, Silicon and SPAR. And as regards the temporality in each of the different seats in the cows, it has been possible to appreciate changes in Hydrophobicity, in electrical conductivity, in Sodium, Aluminum and Calcium and Aluminum, in the Goat aggregate stability, inorganic carbon, in electrical conductivity, sodium, carbon and nitrogen ratio and SPAR and in the control of sodium, silicon and SPAR.

We can say that the introduction of cow and goat herds in the burnt areas studied does not alter in a negative way the properties of the soil. In any of the seats there is an important lack of elements in the soil, as well as in its structural stability.

Keywords: Great forest fires (GIF), physical-chemical analysis, silvopasture, soil properties

1. Introducció

És ben sabut que a la dècada dels 90 'va ser molt notable el nombre d'incendis forestals i encara més significatiu el d'hectàrees cremades a Espanya. Entre els anys d'aquesta dècada destaca 1994 amb moltes hectàrees cremades en general a tot Espanya, com a exemple podem dir que a la Comunitat Valenciana es van cremar 140000 ha o a Catalunya 76000 ha. Un total de 437.635 ha van cremar aquest any a tot Espanya i 250.433 ha, o sigui un 57,22% van correspondre a àrea arbrada (Armisen i Úbeda, 2015). Anys amb un total d'hectàrees cremades similars (superior a 400000 ha), 1978, 1985 o 1989 van tenir respectivament, 36%, 36,8% i 42,7% hectàrees arbrades respecte al total de superfície cremada. Això indica que el que es va cremar majorment a la fi del segle XX van ser arbres del total d'àrea forestal.

La dècada dels 90' també va ser important per l'extensió dels grans incendis, en aquesta dècada a Catalunya, per exemple, el 0,42% dels incendis van arrasar el 80,47% de tota la superfície cremada, són els anomenats Grans Incendis Forestals (GIF) (Costa et al., 2011). Aquest any, 1994, va haver-hi incendis que van cremar per si sols més de 20000 hectàrees com el de Villarluengo: 28000 ha o Moratalla: 25000 ha, només per citar un parell d'ells. Aquesta tendència va ser general en molts altres llocs i es van començar a conèixer els incendis bé pel nom de la localitat més perjudicada, o el municipi on va començar el sinistre o lamentablement el lloc on hi va haver víctimes mortals.

Han passat 40, 30 o gairebé 25 anys des d'aquests grans sinistres. I la pregunta és: com estan aquests boscos que van cremar a finals dels 80 o principis dels 90 a l'actualitat?. Doncs alguns d'ells podem dir que cremats intensament de nou. Ja han passat prou anys perquè s'hagi acumulat una quantitat de combustible idònia com per cremar produint de nou un Gran Incendi Forestal.

La seqüència avui en dia és que els GIF resulten en un nou GIF al cap de 2 dècades, ja que encara que l'acumulació i disposició de combustible era diferent a la dècada dels 90 i l'actual, no deixa de ser una càrrega de combustible capaç de generar un Gran Incendi Forestal. La disposició del combustible a la dècada dels 80 o 90 era en moltes ocasions una antiga plantació de pins, però amb un sotabosc molt dens, producte de l'abandonament de pràctiques silvícoles comuns que mantenien un estrat arbustiu baix.

La vegetació actual en molts llocs que van cremar a finals dels 80 'i 90' són la d'un regenerat de pi (pi blanc en moltes ocasions) amb una densitat molt alta, amb gran competència entre individus per l'aigua i els nutrients del sòl. Aquesta disposició de la vegetació és conseqüència de la regeneració natural però no és la més indicada si no es volen tornar a tenir incendis devastadors recurrentment (Úbeda et al., 2006).

La manca d'una gestió forestal i les condicions del sòl i el banc de llavors han permès aquest creixement d'arbres tan abundant, encara que tots els individus són petits en alçada i gruix pel que s'ha esmentat anteriorment de la disponibilitat d'aigua i nutrients. A més, existeix en ocasions un sotabosc també força dens que fa que hi hagi una continuïtat tant vertical com horitzontal (Francos et al., 2016).

Aquesta disposició del combustible, producte dels GIF de les dècades passades tenen a més altres efectes. Un d'ells és el de la impossibilitat de penetració de serveis d'extinció en cas d'incendi, el bosc és intransitable, i un altre efecte és el de l'afectació de zones potser si gestionades limítrofes, que veuen com tot i haver fet algun tractament silvícola, el foc arriba a les portes de la seva propietat amb gran virulència i acaba també sucumbint a les flames.

Això és ajudat pel gran nombre de propietats i la seva petita dimensió, el que fa que hi hagi actualment un mosaic de propietats gestionades i altres no, però que no les fa a les primeres vulnerables a un GIF.

Una de les solucions a aquest fenomen és la de l'associacionisme, la unificació de grans extensions de territori forestal amb un interès comú, la salvaguarda del bosc davant un GIF, doncs segurament incendis hi haurà, això ja no és discutit per ningú, però una disminució de la intensitat de cremat, una millor transitabilitat per part dels serveis d'extinció i conseqüentment una menor afectació del medi natural, terra i vegetació. Per descomptat les associacions tenen molts més objectius, com beneficis socials i econòmics, que van més enllà del propi propietari, són clars els beneficis a nivell de municipi i dels possibles inversors que rendibilitzin aquests possibles productes agroforestals.

A Catalunya hi ha un total de 22 associacions de propietaris forestals que al seu torn estan organitzades a través d'una federació de propietaris (pot haver-hi més associacions que potser no estan federades). La Federació Catalana d'Associacions de Propietaris Forestals (Boscat) és aquest òrgan central que permet que molts tràmits siguin més fàcils i afavoreixen la cooperació entre les diferents associacions que agrupen més de 1200 propietaris.

Tot i que la gestió forestal preincendi és un tema que interessa als propietaris i a les associacions, l'objectiu principal és el de la reducció del risc de GIF, ho és també la gestió de terrenys cremats o que poden arribar a cremar-se, anticipant-se així a la presa de decisions que s'han de prendre en cada cas, en la desgraciada situació que una part del terreny gestionat a través d'una associació pateixi un incendi forestal en un futur.

Les àrees cremades, moltes vegades, s'han de veure, després dels primers moments de desconcert i desolació en una nova oportunitat per a re-començar a fer les coses bé. Accions post-incendi que siguin projectades a llarg terme, respectuoses amb el medi, que afavoreixin un ressorgiment sostingut cap a un bosc menys dens i més productiu, o perquè no, fer un nou ús agroforestal sense descartar la creació de pastures, per obtenir guanys privats o consorciats.

Un exemple d'aquesta situació és la presentada en aquest Treball de Fi de Grau (TFG). Una zona amb alt risc de gran incendi forestal; amb molts propietaris; de poca productivitat econòmica forestal i que ha sofert recentment un GIF. És l'àrea associada de "propietaris Forestals de l'Entorn de Montserrat" coordinada des de la Diputació de Barcelona i que compte amb el suport científic i tècnic d'un projecte Life, el Life Montserrat que més endavant en farem menció.

El Grup de Recerca Ambiental Mediterrània (GRAM) en el qual s'ha desenvolupat aquest TFG és un actor col·laborador més d'aquesta associació, com d'altres grups de recerca. L'objectiu de la col·laboració és la de conèixer la viabilitat i efectes a curt i llarg termini de diverses accions postincendi en l'àrea que cobreix aquesta associació i que correspon en gran part amb la zona cremada en l'incendi "d'Ódena" que va cremar a finals de Juliol de 2015.

Entre les diferents accions postincendi hi ha una, que és la que centra aquest treball, que és la incorporació de diferent tipus de bestiar en diverses propietats que van ser cremades el 2015, amb l'objectiu de mantenir àrees noves de pastures, recuperar-ne d'antigues. L'objectiu del GRAM (Grup de Recerca Ambiental Mediterrània) de la Universitat de Barcelona és comprovar quin efecte tenen la incorporació de bestiar (cabres i vaques) en zones recentment cremades en diferents propietats del sòl.

1.1 El foc forestal

El foc existeix pràcticament des de l'aparició de la terra, és resultat d'una reacció química de combustió on cal que esdevinguin tres elements coneguts comunament com el triangle del foc que consisteix en tres elements: combustible, com podria ser en aquest cas la vegetació, oxigen i una font de calor.

Com podem observar a la Figura 1, un cop s'han donat els tres elements per provocar la reacció química, perquè aquest és pugui seguint reproduint i estenent, necessita una sèrie d'elements, aquests formarien el que és coneix com el triangle del comportament del foc, aquest triangle va regit per la meteorologia, la topografia i òbviament per l'existència de més combustible per seguir cremant, sense que aquests elements no hi siguin, no es produiria la reacció química i menys un incendi (Plana et al., 2016).

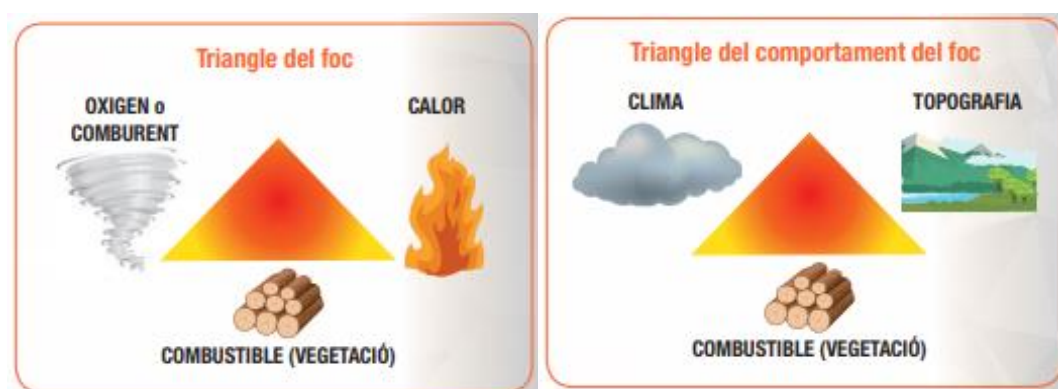


Figura 1: Triangles del foc i del seu comportament: Font: Projecte eFIREcom, Edicions CTFC.

Com ja hem comentat, per a què es produeixi la reacció química de la combustió que donarà pas al foc, fa falta una font de calor, aquesta font de calor, sol anar lligat amb la principal causa que provoquen un incendi forestal, aquestes fonts de calor poden ser d'origen naturals o antropogèniques (provocades per l'home).

Cal aclarir que les causes naturals a excepció dels raigs es donen amb molta menor freqüència. I dintre les causes antropogèniques que poden ser per accidents, negligències o intencionats.

És a dir, tenim dos grans blocs de causes que provoquen un incendi, causes naturals i causes antropogèniques.

Pèl que respecte a les causes naturals, destaquem doncs la caiguda de llamps especialment en llocs secs i de molta calor, el segueixen altres fenòmens com són els volcans o els terratrèmols, de menor freqüència. Per exemple, en una erupció volcànica la tempesta de cendres, l'escòria o els fluxos de lava poden produir incendis i en cas dels terratrèmols, sol ser per la caiguda d'algun element de construcció humana.

Altres fenòmens naturals menys usuals, són certs minerals que per la seva transparència poden actuar de lupa amb la llum solar, o el xoc fortuït de pedres silícies que poden produir espurnes. En aquest últim cas, s'han de donar també una sèrie de condicions climàtiques de llocs molt calorosos i extremadament secs.

Les causes antropogèniques que són les causades per l'home poden ser accidentals, negligents

o intencional i representen un major percentatge que no pas les causes naturals.

Els Incendis provocats per accidents, una de les causes més comunes d'aquests són les sobrecàrregues elèctriques i caigudes de cables d'alta tensió. També pot ocórrer en les pràctiques de tir militar, quan la munició cau en el lloc equivocat o per les espurnes provocades per les armes dels caçadors.

Altres causes poden ser errors o avaries de maquinària agrícola o forestal o de vehicles militars o particulars, el segueixen els accidents ferroviaris i finalment, els segueixen amb menor freqüència els accidents d'avions, globus aerostàtics o focs artificials (www.magrama.gob.es – Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2018).

Una altre classificació seria la magnitud del foc i la seva afectació, tot i que pugui semblar il·lògic, hi ha tipologies i impactes de foc que ajuden al bosc, segons (Vanha-Majamaa, 2007):

- Incendis lleugers - Sense impacte
- Incendis d'impactes de gravetat mitjana - Impactes beneficiosos, pH i augment de disponibilitat de nutrients
- Incendis d'impactes d'alta gravetat - Efectes negatius potencials com ara Destrucció de matèria orgànica i pèrdues de nitrogen.

Cal aclarir que la immensa majoria dels incendis que estem familiaritzats i que veiem a les notícies són de la tipologia 3, per tant, relacionem de manera inconscient que un incendi, és dolent, també influenciat per els agricultors i ramaders que un incendi per ells pot ser econòmicament desastrós.

Al món i Europa

Els incendis són una realitat a tot el món, com podem veure en la Figura 2, els incendis sobretot forestal, son coneguts per la població mundial i al llarg dels anys la problemàtica neix amb el canvi climàtic i l'augment de la temperatura, aquest fet comporta a nivell climàtic l'augment de les més zones seques, un augment de la temperatura i els essers humans que poc a poc hem abandonat el món rural i l'hem abandonat produint que s'acumulin grans quantitats de combustible i per tant els incendis siguin mes grans i el d'incendi sigui cada cop major arreu del món. (Informe Nasa, <https://earthobservatory.nasa.gov>, 2018)

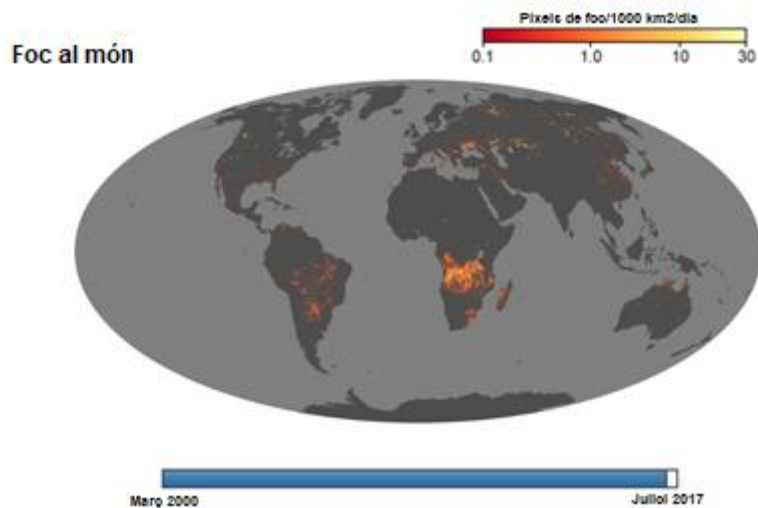


Figura 2: Imatge dels incendis a escala mundial dels incendis al Juny de 2017. Font: GFW

Pèl que fa Europa, segueixen la dinàmica mundial en quant a incendis forestals és refereix. No obstant, segons les projeccions futures, i degut al canvi global i a totes les àrees que pot afectar, el risc d'incendi es multiplicarà al Sud d'Europa, mentre que centre i nord d'Europa el risc disminuirà de manera molt abrupta com podem observar en la figura 3, en aquestes darreres dècades, ja hem pogut veure com el Sud d'Europa destacant Portugal i Espanya, han patit greus incendis. (<https://www.eea.europa.eu>, Agència ambiental Europea, 2017)

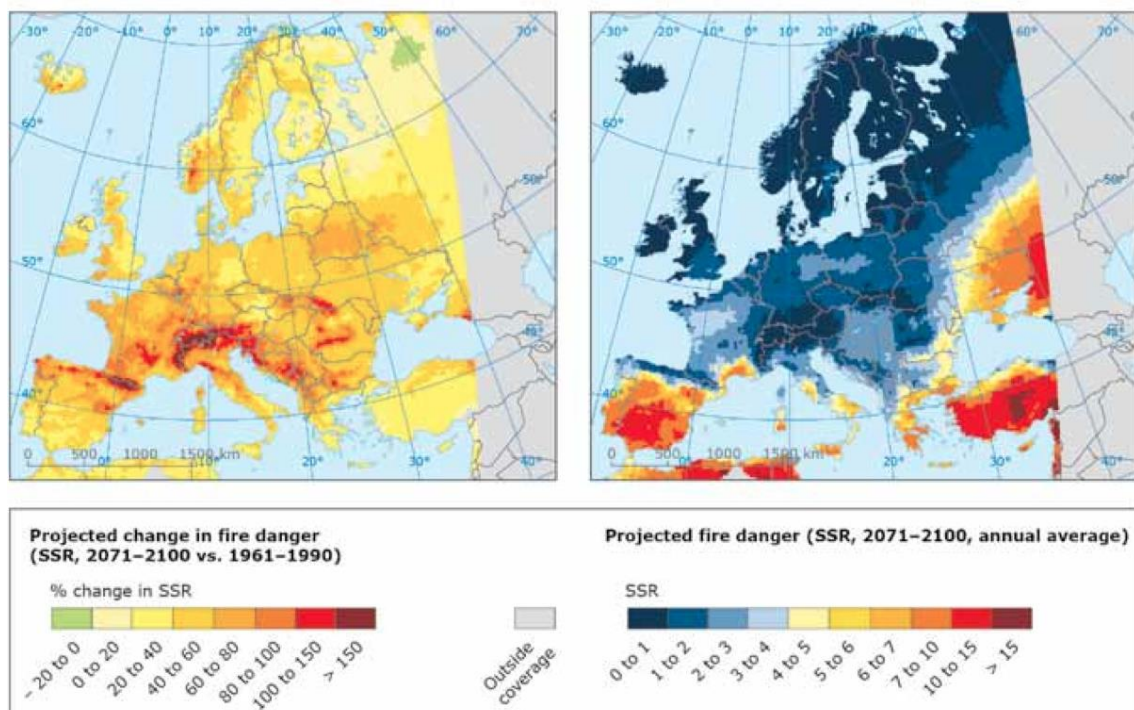


Figura 3. Mapa de risc d'incendi passat i projecció de futur d'Europa. Font: Agència ambiental Europea

Per altre banda, els mesos o estacions de l'any amb major risc a Europa varia segons la latitud com podem observar en la figura 4.

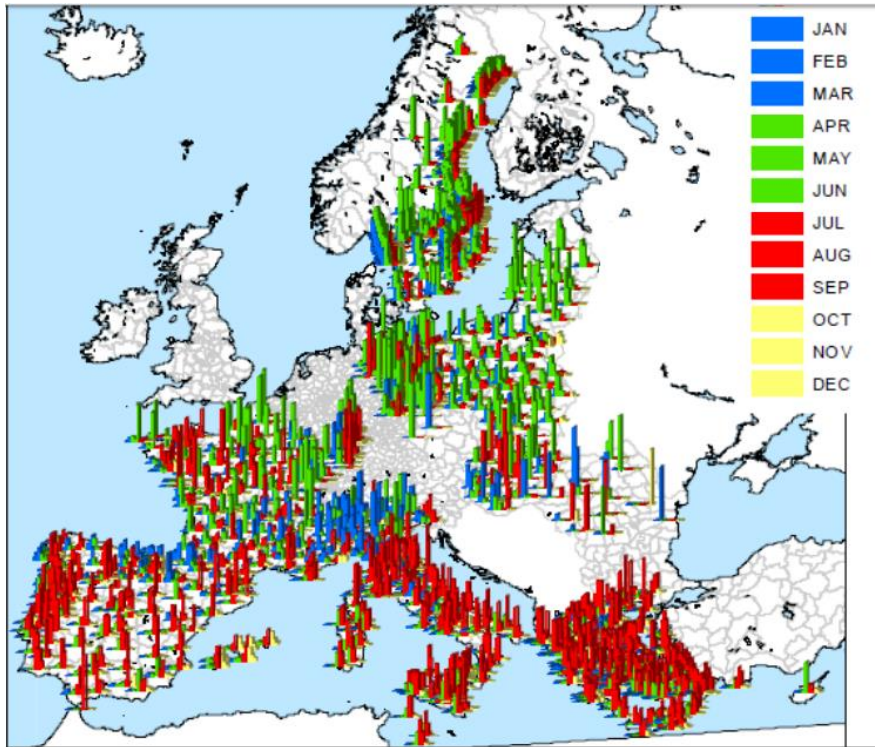


Figura 4. Mapa de risc d'incendi mensual a Europa. Font: Camia et al. 2008: Past and future trends of forest fire danger in Europe.

Destaquem a Europa del Sud els mesos estivals com els de major risc d'incendis mentre al centre d'Europa, l'Hivern i la Primavera, pèl que correspon al Nord clarament destaquem els mesos Primaverales.

Catalunya

Catalunya i els incendis és una història que va molt agafada de la mà, Catalunya degut principalment a dos factors determinants, el climàtic i l'abandó progressiu dels conreus i els boscos, la fa una zona especialment vulnerable a incendis.

Pel que fa al factor climàtic, el clima mediterrani te la peculiaritat de què coincideix el període més càlid de l'any amb el més sec. Com podem veure en la figura 5, els mesos més calorosos son qui sostenen majorment el major numero d'incendis. De totes maneres s'està notant un canvi de règim d'incendis degut a la desestacionalització dels períodes més crítics de risc d'incendi, podent augmentar aquests fins i tot a l'hivern (Rodríguez et al., 2014).

Incendis per mesos (%)

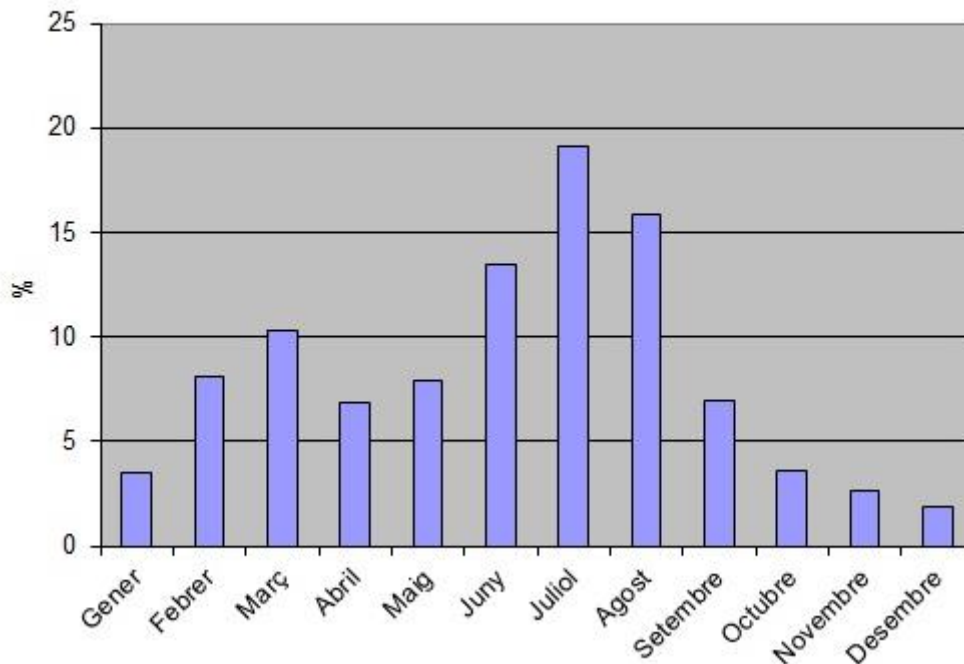


Figura 5. Incendis mensuals a Catalunya, dades des de 1986 fins 2016 Font: Elaboració Pròpia Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya.

Per altre banda, l'abandó progressiu dels conreus en el que és pot interpretar com el nou èxode rural aparegut en les darreres dècades, el que està creant és un augment significatiu del combustible en el sòl i per tant, en cas d'incendi, proporcionant al incendi una major densitat i extensió d'àrea per cremar. Això Segon els experts (Green et Al., 2012) provoca canvis en la severitat del foc sent major aquesta i afectant greument les propietats del sòl. Per això és essencial la gestió forestal que disminueixi i mantingui baixes les càrregues de combustible vegetal en les zones forestals, com tracta el present treball.

Òdena- El Bruc

Els municipis d'Òdena i del Bruc, com a la majoria de l'extensió del territori Català, es troben en risc degut al seus dos factors determinats anteriorment esmentats, el climàtic i l'abandó progressiu dels conreus, com podem observar en el figura 6, els incendis en vegetació agrícola i sobretot els de vegetació forestal són molt freqüents en la zona.

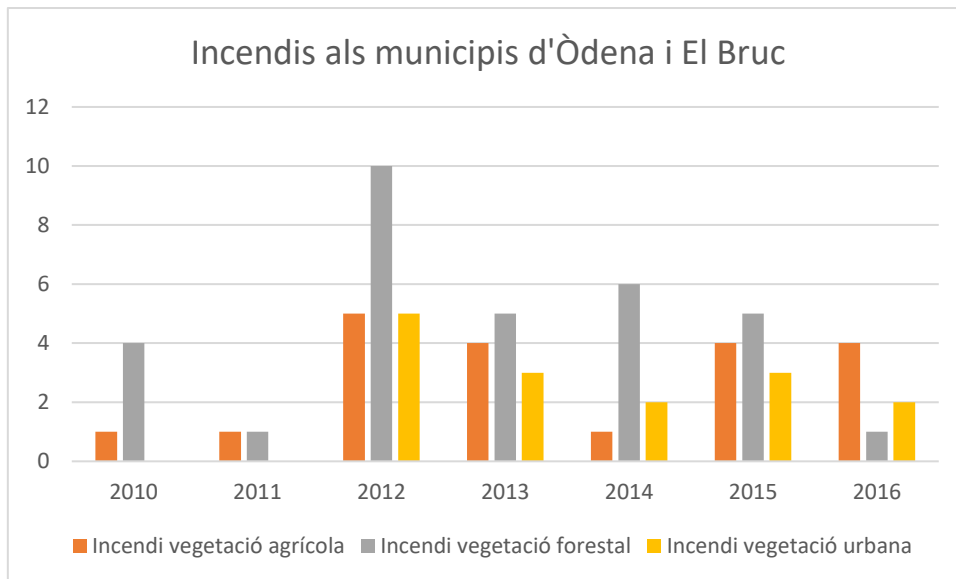


Figura 6. Nombre d'incendis als municipis d'Òdena i el Bruc. Elaboració pròpia a partir de les dades del departament d'interior de la Generalitat de Catalunya.

En el període de 1994 fins 2009 segons dades del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya, es van produir 31 incendis forestals amb una xifra de 13,3 ha que dona una mitjana de 2 incendis per any, però que fa al darrer període (2010-2016) (Figura 6) aquesta xifra ha augmentat considerablement a 4,5 incendis forestals a l'any. ([Departament d'Interior, dades des de 1994-2016](#))

Dins d'aquestes dades i el registre recent d'incendis, volem destacar que s'han donat diversos incendis, dels quals, els podem classificar en dos grans grups d'una banda, els incendis convectius que avancen des de la banda oest de la muntanya de Montserrat, impulsats per vents d'oest càlids i secs. Un exemple d'aquest incendi el trobaríem a l'any 1986 amb més de 7.500 ha cremades.

l'altre gran grup dels incendis topogràfics, on el foc progressa per la vall del riu Llobregat a causa de la succió que genera la pròpia vall, com per exemple l'incendi del 1994.

Destacar de tots, l'incendi de juliol de 2015, que va provocar que es reconduís part de la gestió forestal dins el projecte de Montserrat Life. Aquest incendi forestal, força present en la gent autòctona, va afectar unes 1.274 hectàrees de l'Anoia i el Bages i amb la conseqüència del tallament de diferents carreteres catalanes i entorn unes 600 persones van haver de ser desallotjades ([Projecte Life Montserrat Youtube, 28 jul. 2015](#)).

La regió d'Òdena es troba sota la jurisdicció del decret 64/1995 que s'estableixen una sèrie de mesures per a prevenció d'incendis forestals, on Òdena està classificat com un municipi d'alt risc d'incendi forestal i per tant el pròpi municipi està obligat a tenir un Pla d'emergències per incendi forestal i segons el mapa de vulnerabilitat municipal el municipi està catalogat com a vulnerabilitat mitjana ([Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya, 2015](#)).

1.2 Figures de protecció ambiental

La idea de protegir aquesta regió del patrimoni català, s'ha anat traslladant de la idea al camp en les darreres dècades, destaquem doncs l'any 1971 es va crear l'Institut Nacional per a la Conservació de la Naturalesa (ICONA) que dins de la història de Espanya en el àmbit de protecció a espais naturals, va suposar una revitalització en la política d'espais naturals a Espanya. aquest organisme contribuir als pioners per a la correcta gestió dels espais protegits existents.

Gracies a aquest organisme, l'any 1975 s'aprova la primera Llei d'Espais Naturals (Llei 2 / V / 1975) amb la qual es diversificar les categories especials de protecció, segons la rellevància de l'espai natural en 4 modalitats.

- **Parc Nacional:** prevista per espais naturals de relativa extensió, en els quals existeixen ecosistemes primigenis escassament alterats per la intervenció humana, i on els valors florístics, faunístics, geomorfològics o, paisatgístics siguin particularment rellevants des dels punts de vista cultural, educatiu o recreatiu.
- **Reserva Integral d'Interès Científic:** per a espais d'escassa superfície i de excepcional valor científic, per tal de protegir, conservar, i millorar la plena integritat de la seva flora i fauna.
- **Paratge Natural d'Interès Nacional:** destinada a espais, llocs o elements naturals particularitzats, d'àmbit reduït i que tanquen un singular valor en Pel que fa a la seva flora, fauna o paisatge.
- **Parc Natural:** constitueix la figura de protecció més permissiva de les contemplades per la Llei, sent els seus objectius facilitar el contacte de l'home amb la naturalesa i harmonitzar la conservació dels valors naturals que tanca el espai amb un aprofitament ordenat dels seus recursos.

Destaquem també des del estat espanyol l'any 1989 on s'aprova la Llei de Conservació d'Espais Naturals i de la Flora i Fauna Silvestres que té diverses contribucions:

- Regular la protecció especial de determinats espais naturals.
- Cobrir el buit existent en la regulació de la protecció i preservació de la flora i fauna silvestres.
- Incorporació de les comunitats autònomes en la gestió dels espais protegits;
- Establiment de quatre figures per a la protecció: Reserves Naturals, Parcs, Monuments Naturals i Paisatges Protegits.
- Definició de Zones Perifèriques de Protecció (per esmorteir impactes en la perifèria dels espais protegits).
- Creació d'Àrees d'Influència Socioeconòmica per a la participació dels habitants en el desenvolupament socioeconòmic d'espai protegit.
- Creació d'un entramat de plans amb la finalitat d'aportar instruments per a la gestió dels espais protegits (PORN, PRUG, etc.).

Que finalment ens porta al marc normatiu actual on la Llei d'Espais Naturals Protegits ve marcada per la Llei 42/07 que obliga:

- A que la declaració dels Parcs i Reserves Naturals exigirà la prèvia elaboració i aprovació del corresponent Pla d'Ordenació dels

Recursos Naturals (PORN).

- S'incorpora la importància dels corredors ecològics.
- Es crea l'Inventari Espanyol del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat.
- Aborda específicament la Xarxa Ecològica Europea Natura 2000.
- Es posa l'accent en l'exigència de disposar de mecanismes de coordinació i cooperació entre l'Administració General de l'Estat i les comunitats autònomes.

Però la protecció envers espais naturals no només ve de part de l'estat espanyol, sinó que també prové de la Unió Europea, principalment destaquem que les directives europees van ser implementades l'any 1997 amb la llei 41/1997 que incorpora les directives europees d'hàbitats (92/43 / CEE) i la d'aus (79/409 / CEE).

Aquesta llei estableix mesures per garantir la biodiversitat, mitjançant la conservació d'hàbitats naturals i de la fauna i flora silvestres.

Catalunya també posseeix legislació pròpia a la hora de establir directrius i lleis destaquem dos figures de protecció, la primera és àrea natural protegida dintre del paraigües dels espais naturals d'interès natural la segona sota la mà d'Europa l'establiment dels espais naturals catalans sota la normativa europea 1992.

Per altre banda, l'any 2006 la Generalitat de Catalunya aprova la proposta d'espais del territori català que s'inclouen a la Xarxa Europea Natura 2000.

Les figures principals de protecció natural que podrien afectar a la muntanya de Montserrat així com els seus voltants que actualment son funcionals hi destaquem el Parc Natural de la Muntanya de Montserrat declarat l'any 1987 sota el decret 59/1987 protegint una superfície 3.500 ha destacar també que en el mateix és va crear la Reserva Natural Parcial de la Muntanya de Montserrat amb una superfície de 1.760 ha i un règim de protecció molt més estricte) a l'interior del Parc Natural i un entorn de protecció de 4.039 ha que l'envolta.

Per altre banda, L'any 1988 es va aprovar el Pla especial de protecció de la muntanya de Montserrat per a regular i concretar aspectes diversos de la gestió del Parc Natural i de l'entorn de protecció.

Seguint amb les figures de protecció que afecten a L'any 1992, es va aprovar el Pla d'espais d'interès natural (PEIN) i l'espai "Montserrat" va incloure tota la superfície del Parc Natural i dos sectors nous: el Puig Ventós i Sant Salvador de les Espases.

Finalment, l'any 2006 es va aprovar la proposta definitiva de la XARXA NATURA 2000 on es designava l'espai Montserrat-Roques Blanques-riu Llobregat com a zona d'especial protecció per a les aus (ZEPA) i lloc d'importància comunitària (LIC) (Boada et al., 2013).

1.3 El projecte Life Montserrat

Apart dels factors climàtics d'incidència directe en les dinàmiques d'incendis sobretot dirigides a les èpoques estivals, també trobem l'abandonament en la regió de les activitats agrícoles i ramaderes i l'avanç de vegetació arbòria i arbustiva densa que ha portat a una acumulació excessiva de combustible en els boscos, com a resultat tenim milers d'hectàrees cremades, fet que provoca la pèrdua de biodiversitat d'espècies vegetals pròpies de la zona, com les alzines o el lligabosc, així com la exposició a perill de la diferent fauna autòctona.

És per tant amb totes les amenaces que pateix el territori neix la necessitat de protegir, conservar i gestionar la regió a través d'un gran projecte, el Life Montserrat que busca com a principals resultats l'increment de la resiliència i l'estabilitat del bosc davant de grans incendis forestals a través d'un conjunt de mesures de gestió dels ecosistemes, la contribució a la conservació i millora de la biodiversitat a la zona de Montserrat i la creació d'un mosaic de matollars, prats naturals i boscos que milloraran la connectivitat entre espais Natura 2000 i el desenvolupament socioeconòmic del territori. A la figura 7, podem apreciar el paisatge i els resultats que es volen obtenir.

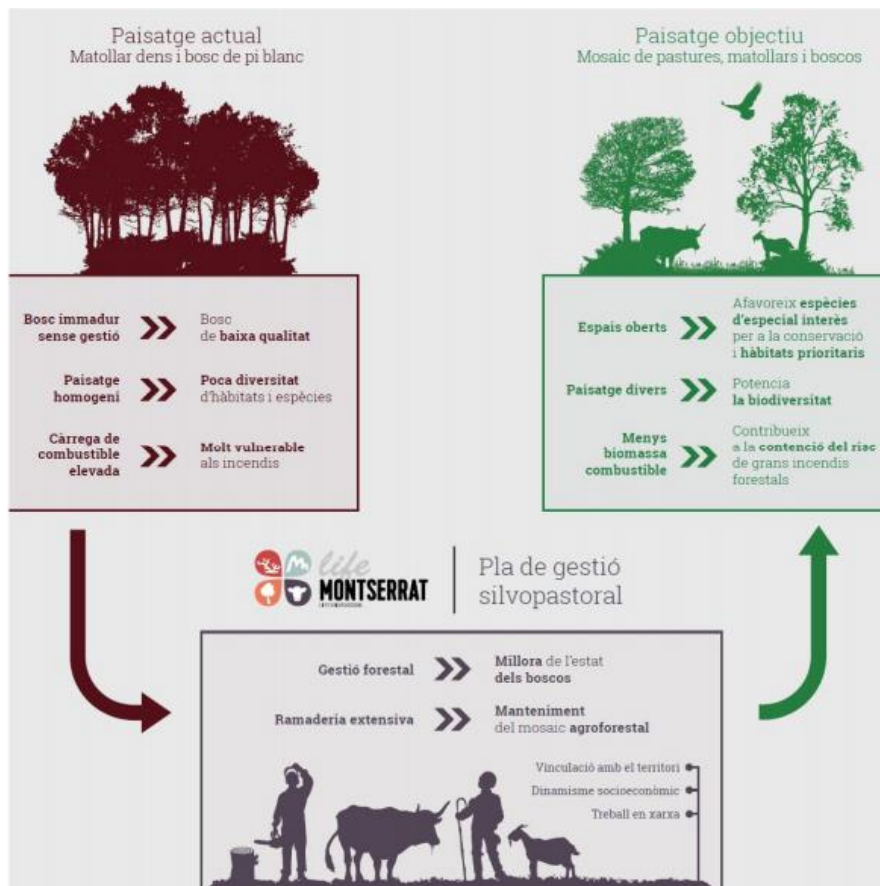


Figura 7 .Resum esquemàtic-visual del Life Montserrat. Font: http://lifemontserrat.eu/wp-content/uploads/2015/10/Presentaci%C3%B3_LIFE_MONTSERRAT.pdf.

El projecte està dintre del programa LIFE, instrument impulsat per la Unió Europea per tal de finançar projectes de conservació mediambiental i crear una legislació comunitària en aquest àmbit. En el cas de LIFE Montserrat, el pressupost és de 3,5 milions d'euros finançat per la Unió Europea en un 50%, mentre que el restant es divideix en 6 socis: la Diputació de Barcelona; el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació; Bombers de la Generalitat de Catalunya; Patronat de la Muntanya de Montserrat; Fundació Catalunya-La Pedrera i l'Associació de Propietaris Forestals Entorns.

LIFE Montserrat planteja assolir els seus objectius en un període de quatre anys, entre el juliol de 2014 i el juny de 2018. Fins avui dia, el projecte ha realitzat un gran nombre d'activitats, gestió i iniciatives per tal d'assolir-ho que és poden consultar esquemàticament a l'annex 2 o a continuació desglossades per temàtiques principals.

Abans del propi projecte, s'estableixen una sèrie de accions preparatòries, aquestes giren envers augmentar el número de membres de l'Associació de Propietaris Forestals Entorns de Montserrat (APFEM), la creació de la associació de ramaders dels voltants de Montserrat. Fer un extens inventari forestal del àrea prioritària de pastures o bé la determinació de patrons i règims de pastures.

Un cop establert i arribat a aquests objectius es passa a les accions de conservació dirigides a la recuperació de hàbitats oberts (preparació per les pastures i millora de la biodiversitat) a través de tres premisses principals per buscar el desbrossament de matoll i combustible, principalment giren en voltant de les cremes controlades, la recuperació de camps de cultiu abandonats, l'altre gran objectiu és la estratificació forestal i preparació per les pastures en busca de tres àmbits concrets, en regenerats post-incendi, en bosc adult i en estellar branques i arbres resultats de les operacions de neteja. Finalment, l'objectiu d'implementar el sistema de pastures.

Paral·lelament, seguim una sèrie d'accions de control o accions de seguiment aquestes busquen a través del seguiment quantificar i qualificar l'eficiència i el grau de compliment del pla de gestió pastoral, també aquestes accions s'encarreguen del seguiment de les accions de conservació relatives a la gestió forestal, el seguiment de les accions de conservació relatives a la biodiversitat, l'estudi de la rendibilitat de la prevenció/extinció d'incendis. L'estudi sobre l'impacte socioeconòmic del projecte i el conjunt de les accions de seguiment tindran les seves taules d'indicadors, identificant diferents aspectes per tal de veure la evolució i els resultats que s'estan produint.

Donat que parlem d'una regió d'importància no només per a Catalunya, també s'estableix una sèrie d'accions envers la difusió i comunicació del pla disseny d'una pàgina web i identitat gràfica del projecte en el propi camp, una sèrie de panells informatius, es preveu un informe Layman. També es preveu una campanya de sensibilització per a la comunitat local, un taller tècnic i conferència final, material promocional i un treball amb mitjans de comunicació. La última línia d'actuacions, va envers la gestió i control de la evolució deixant així que principalment la gestió del projecte estigui a càrrec de la Diputació de Barcelona fent Networking, una sèrie d'auditories i un pla de comunicació post-LIFE.

1.4 Gestió Forestal

Els incendis són el major perill per a l'estabilitat i conservació del muntanya. Com ja hem vist, la problemàtica dels incendis és molt important pel que és vital prendre les mesures necessàries per reduir les seves possibles conseqüències.

La principal mesura per lluitar contra el foc no s'ha de centrar únicament en els mitjans de extinció que en part també resulten vitals en cas de produir-se un incendi forestal, sinó en el conjunt de mesures preventives que s'han de prendre tant abans com després d'un incendi forestal.

Parlem de la gestió forestal, la gestió forestal està extensa arreu del món sobretot des de la cimera de Río de Janeiro l'any 1992, destaquem empreses tant públiques com privades que s'encarreguen arreu del món de la gestió forestal, a través d'òrgans que s'encarreguen de les acreditacions per gestionar els seus territoris, com serien: Australian Forestry Standard (AFS), Serveis Internacionals d'Acreditació (ASI), African Timber Organisation (ATO), Forest Certification Assessment Guide (FCAG), Consell d'Administració Forestal (FSC), Gestió Forestal Sostenible (GFS), International Accreditation Forum (IAF), Instituto Nacional de Acreditació (INN), International Social and Environmental Labelling Alliance (ISEAL), International Standardisation Organisation (ISO/IEC), Joint Accreditation System for Australia and New Zealand (JAS-ANZ), Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) Pan European Operational Level Guidelines (PEOLG) i World Wide Fund for Nature (WWF) ([Walter, 2009](#))

Principalment existeixen cinc metodologies per a la gestió forestal més famoses i conegudes les cremes prescrites que van de la mà dels bombers que cremen certes zones controladament de manera que si hi ha un incendi no es propagui tant ràpidament i es pugui controlar, la Silvopastura que gràcies al pasturatge de ramats animals, es va netejant el bosc i el sota bosc, de manera que si es produeix un incendi, aquest no sigui amb conseqüències tant greus com estem acostumats, també es comú combinar ambdues tècniques, per altre banda i menys comú la construcció de punts d'aigua artificial de manera que els bombers tinguin accés ràpid a ells o bé per mantenir zones amb molta humitat, dificultant el progrés de les flames de l'incendi i per últim el buidatge manual o buidatge de tècnics del bosc i sota bosc ([Mlinsek, 1997](#)).

1.5 La Silvopastura

La silvopastura tot i que actualment es consideri com una eminència en la gestió forestal, ni molt menys es d'avui en dia, des de que existeix en la humanitat la ramaderia existeix, el consum de combustible per part dels animals sempre ha existit, el problema ha sorgit quan s'ha produït l'abandonament de les zones rurals i forestals que ha provocat l'augment del combustible amb la conseqüència directa que els incendis forestals han augmentat de severitat fins a provocar greus problemes, i una de les maneres d'abordar aquests problemes és mitjançant la silvopastura.

Els sistemes silvopastorals en els seus orígens estan dissenyats per produir un component de fusta d'alt valor, és a dir, una mena de seleccionador de qualitat, mentre que paral·lelament proporcionen beneficis produïts pels animals a curt termini. El silvopasturatge pot proporcionar rendibilitats econòmiques mentre es crea un sistema sostenible amb molts beneficis mediambientals, aquesta és la idea principal, treure benefici immediat i a llarg termini mentre es dona una sèrie de millores mediambiental. El silvopastoratge ben gestionats ofereixen una oferta diversificada oportunitat de màrqueting que pot estimular el desenvolupament econòmic rural.

Tot i que òbviament la tipologia de bestiar per a la silvopastura potser molt diferent des de pollastres, estruços, rucs, cavalls, ovelles, cabres, vaques, etc. El bestiar seleccionat va en funció de tres grans blocs, preu del cap de bestiar que aquest va relacionat amb la proximitat de llocs on es pot comprar, el consum de combustible, la tipologia de dieta, risc de sòl amb el sobre-pasturatge, l'accessibilitat a la regió geogràfica i els resultats en el sòl que segons [Ruiz \(2012\)](#) l'acumulació de combustibles significativament menor en terrenys silvopasturats que en no silvopasturats independentment de la tipologia de ramat.

2. Objectius

Pel que fa als objectius, podem dividir-los en dos vessants; els objectius a nivell de treball i els objectius a nivell acadèmic.

L'objectiu principal del treball és el coneixement de l'estat del sòl en zones post-incendi on s'utilitza la ramaderia.

L'estudi de camp post-incendi i l'aplicació de Silvopastura com a mesura de conservació i gestió dels boscos és un camp emergent en el món científic, però encara és relativament un tema força nou, per tant un dels objectius es poder aportar un petit granet de sorra a aquest món emergent. Per altre banda, aquest treball també podria servir com a mètode d'avaluació i seguiment i dels avenços d'un any respecte a un altre des de l'aplicació del projecte. Per arribar a aquests objectius, hem seleccionat diverses zones de mostreig de sòl, que s'han analitzat en el laboratori per determinar possibles canvis de diferents propietats al llarg de l'any (dos mostres) i entre diverses àrees.

Per altre banda, a nivell acadèmic, el fet de treballar i tenir coneixements envers a aquest camp, dona un plus a nivell curricular i a enfocar la meua vida estudiantil post-grau i laboral. Dins d'aquest context, el treball em va donar noves metodologies de treball, utilització d'estructures científiques a més d'uns coneixements de laboratori aportats mes enllà de pròpia carrera; també seguint aquesta línia, he pogut introduir-me i tenir coneixements del món de la investigació i de com funciona.

Apart del laboratori, també puc destacar un aprenentatge d'utilització de nous programes desconeguts fins ara, sobretot de caire estadístic i cartogràfic, també una metodologia de treball al camp i de gabinet sobretot aprendre a seleccionar i garbellar les fonts d'informació.

Per acabar, he après que s'ha de discutir tots els resultats, compartir-los i comparar amb altres autors, perquè el coneixement avança quan tots aportem, no quan fem la nostra parcel·la.

3. Àrea d'estudi

Tal i com indica el nom del projecte, l'àrea d'actuació del projecte Life Montserrat és la muntanya de Montserrat així com els seus voltants, ocupant una extensió de més de 42.000 ha, on el predominant és el bosc, que ocupa el 64% de l'àrea. Ens situem, per tant, en una zona amb gran riquesa natural, la qual bona part està inclosa en la Red Natura 2000, incloent el Parc Natural de Montserrat i el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac. La singularitat de la zona, a més, ve donada per la riquesa no només natural, sinó també simbòlica i religiosa, així com oferir un paisatge únic a Catalunya.

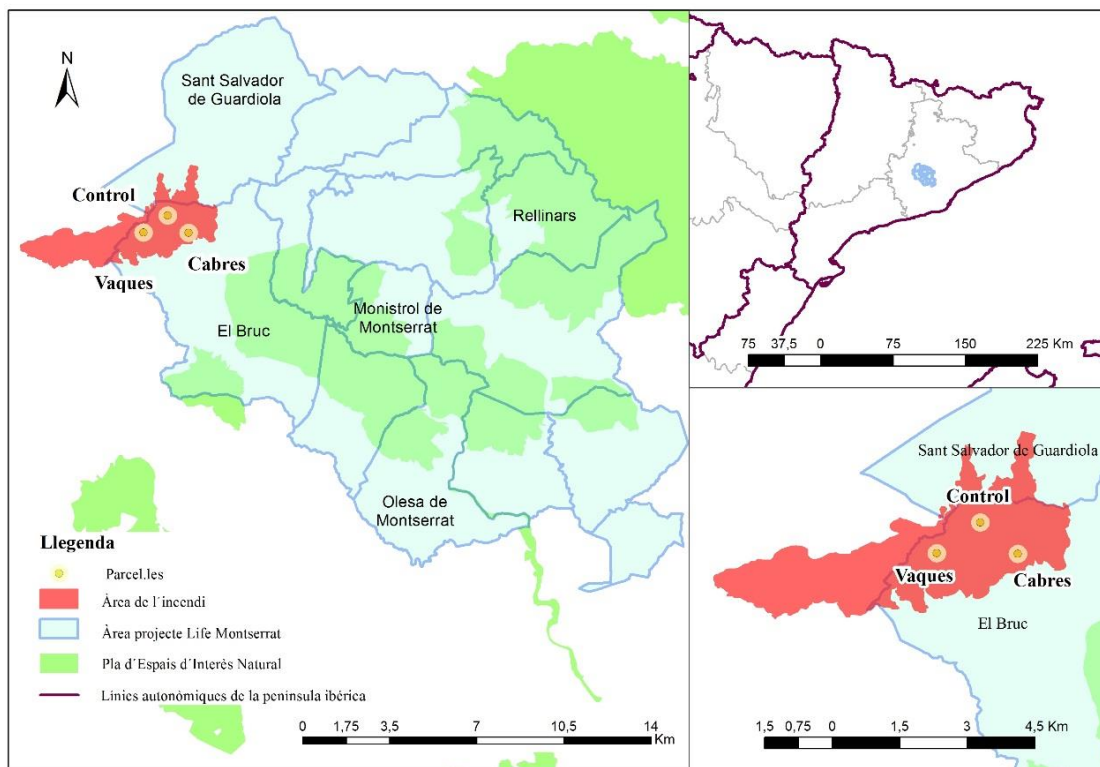


Figura 8. Mapa d'àrea de treball del Life Montserrat, àrea de l'incendi i localització de les parcel·les. Font: Elaboració pròpia

L'àrea d'estudi seleccionada s'explica amb major detall en la parcel·lació però a la hora de fer l'experiment, el que es busca és tenir una representació del que va passar al municipi d'Òdena i El Bruc al 2015, ja que l'extensió de l'incendi com del projecte és molt extensa i que sapiguem que els diferents pastors adherits al projecte transiten amb la tipologia de ramat desitjada per aquestes regions agafant tres parcel·les de 50 m² situades entre els municipi del Bruc.

3.1 Localització

La localització de l'àrea d'estudi es troba a Catalunya, situada entre dos grans ciutats del territori català, parlem d'Igualada i Manresa.

Pel que respecte a les parcel·les d'estudi de les qual donarem més informació més endavant, les situem entre dos municipis, el Bruc, un d'ells, és un municipi de Catalunya. Pertanyent a la província de Barcelona, a la comarca de l'Anoia. Té una població de 1988 habitants (INE 2017), el terme municipal de 47,21 km² aproximadament. Es troba a una altitud de 452 m. Compta amb cinc nuclis de població: Les Cases d'en Massachs, Montserrat Parc, El Bruc Residencial, Sant Pau de la Guàrdia i el propi Bruc i per altre banda, el municipi d'Òdena de la comarca d'uns 3.614 habitants (INE 2017) a una altitud de 421 metres i una superfície de 52,7 km², té 10 nuclis de població destacats, Samuntà, Raval d'Aguilera, l'Espelt, Can Soler, el Bosc Gran, la Font d'en Masarnau, Can Sabater, les Casetes d'en Mussons, el Pla i el propi Òdena.

Pel que respecte a l'estricta localització de les parcel·les son:

Parcel·la	Orientació	Localització	Coordenades	Altitud
Vaques	NE	El Bruc, Catalunya	41° 38' 5" N; 1° 43' 25"	490m
Cabres	NE	El Bruc, Catalunya	41° 37' 45" N; 1° 44' 10"	460m
Control	NE	El Bruc, Catalunya	41° 38' 5" N; 1° 43' 25"	480m

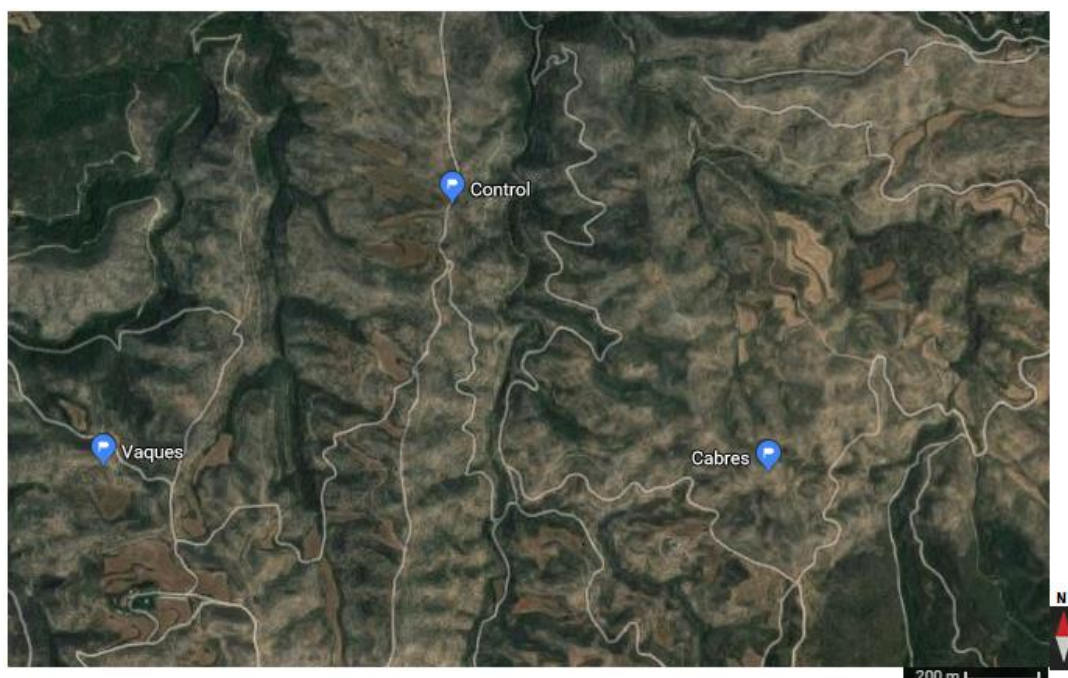


Figura 9. Mapes de localització de les parcel·les. Font: Elaboració pròpia amb ús de les capes de l'ICGC

3.2 Aspectes físics

Un dels principals problemes de la zona i per tant, un dels aspectes a combatre són els grans incendis forestals. Ens trobem en un clima mediterrani, en el qual els estius són càlids i secs, fet que afavoreix la propagació d'incendis. A això, hem d'afegir la presència de vegetació arbòria i arbustiva densa, un abandonament de terres que esdevenen al·licients per a l'aparició d'incendis forestals.

Com podem observar en el gràfic ombrotèrmic següent de dades extretes de l'estació meteorològica que es troben dins de l'àrea del projecte i pròxims a les nostres àrees d'extracció podem veure com afecta el propi clima a la regió.

Com podem observar en el figura 10 veiem les dades de l'estació meteorològica de la comarca de l'Anoia, en el municipi d'Òdena (Latitud 41,58642; Longitud 1,65306; Altitud (m) 333 del qual actualment es troba en un període operatiu.

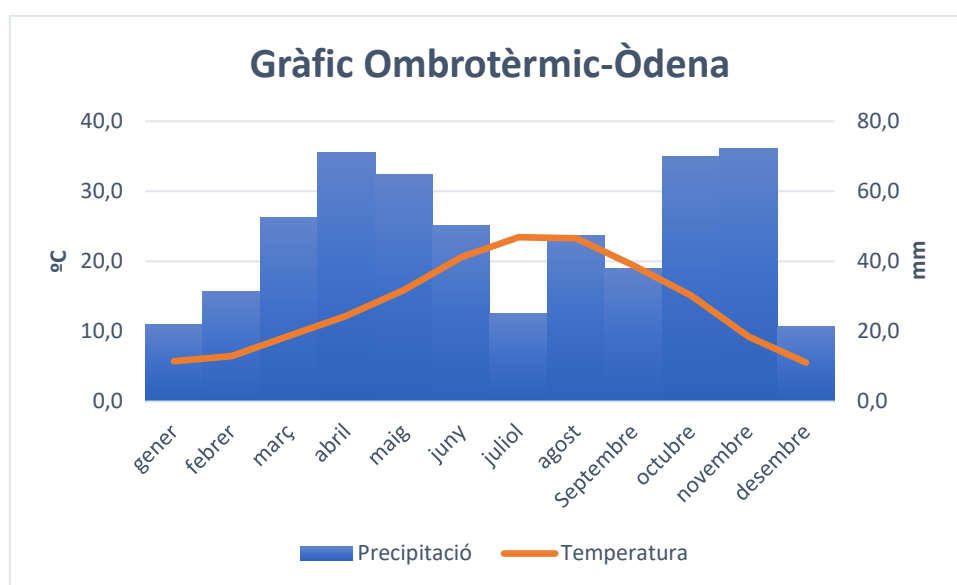


Figura 10. Gràfic Ombrotèrmic d'Òdena Font: Elaboració pròpia a partir de dades extretes del meteoCat dels anys 2003 fins 2016.

El substrat geològic de la zona cremada es compon de roques sedimentàries de pissarra del paleocè (Panareda-Clopés and Nuet-Badia, 1993) els sòls es classifiquen com Haploxerept Fluventic (Soil Survey Staff, 2014).

La vegetació que ha crescut un cop succeït l'incendi, és a dir, la vegetació que s'ha pogut desenvolupar després d'un any de l'incendi i d'un any i mig després de la introducció dels ramats en les diferents àrees d'estudi, principalment son *Pinus Halepensis*, *Pinus Nigra*, *Quercus ilex*, pel que fa al sota bosc destaquem la presència de *Pistacea Lentiscus* i *Genista Scopius*, les espècies són observades en sortides de camp i contrastades amb (Francos et al., 2018a).

4. Metodologia

Anomenem metodologia al conjunt d'una sèrie de mètodes i tècniques de rigor que s'apliquen sistemàticament durant un procés d'investigació amb un objectiu científic per tant, podem dir que la metodologia de la investigació és una disciplina de coneixement encarregada d'elaborar, definir i sistematitzar el conjunt de tècniques, mètodes i procediments que s'han de seguir durant el desenvolupament d'un procés d'investigació per a la producció de coneixement.

Pèl que respecte a la metodologia d'aquest treball s'ha utilitzat la metodologia quantitativa, bàsicament. És aquella emprada per les ciències naturals, la seva base es construeix en dades quantificables als quals accedeix per observació i mesurament amb la finalitat d'obtenir un mètode de raonament deductiu, per a això es treballa amb base en una mostra representativa del que es vol estudiar.

4.1 Disseny experimental i mostreig de camp

Dintre de tot el pla estratègic de treball i de l'actuació del Life Montserrat, la nostre àrea d'estudi són tres parcel·les de 10 x 5 m (50 m²) com podem veure a la Figura 14, situades totes en la vessant nord, en l'incendi el municipi més afectat per l'incendi va ser del Bruc, amb 628 hectàrees; seguit del de Castellfollit del Boix, amb 434; Sant Salvador de Guardiola, amb 128; Òdena, amb 38 hectàrees, i Castellolí, amb una mica més de 7 hectàrees, donat la gran extensió tant de l'incendi com del projecte, les àrees d'estudi seleccionades són representatives del que va passar l'any 2015 i del que està passant actualment amb el projecte, aquestes àrees estan situades entre els municipis d'Òdena (Latitud: 46° 5' 48" Est Longitud: 4° 38' 48") i del Bruc (41 ° 34' 57" N, 1° 46' 52" E). El foc es va classificar com a alta severitat perquè es van consumir el 100% de les corones d'arbres (Úbeda et al., 2006).

S'analitzaran en el treball diferents propietats fisicoquímiques amb tres àrees postincendi i amb aplicació de silvopastura com a gestió i conservació del bosc d'Òdena i el Bruc amb un any de diferència, analitzant les variables de tipologia de ramat de vaques respecte el ramat de cabres i una altra àrea que servirà com a control, és a dir, un àrea que hi pastura un ramat de cabres, un altre de vaques i un altre que no hi pasturen cap dels dos que servirà com a control (Francos et al., 2018a; Francos et al., 2018b).

El mateix disseny experimental es va dur a terme en estudis previs de (García-Orenes et al., 2017; Francos et al. 2018a; Francos et al., 2018b).

Les àrees seleccionades són representatives de situacions postincendi del foc d'Òdena de 2015, apart d'això, també és convenient per a la comparació de resultats que aquestes àrees d'extracció de mostres tinguin característiques similars pel que fa a: estat del sòl post-incendi, topografia, geologia i vegetació.

En el conjunt de l'estudi és van realitzar les extraccions en parcel·les amb un pendent homogeni d'una inclinació inferior al 1%, situats en orientació Nord-Est. Cada parcel·la te 10x5 metres (50 m²) i pel que fa les mostres es van prendre perpendiculars al pendent.



Figura 11. Imatges de les parcel·les de mostreig de vaques, cabres i control durant el primer mostreig. Imatges pròpies.



Figura 12. Imatges de les parcel·les de mostreig de vaques, cabres i control durant el segon mostreig. Imatges pròpies.

Es van agafar 9 mostres per cada àrea, extretes com podem veure a la figura 13 mitjançant unes bosses de plàstic etiquetades i també mitjançant un cilindre per conservar l'estructura (de 0-5 cm de profunditat) com podem veure a la Figura 17 (Francos et al., 2018a; Francos et al., 2018b).



Figura 13. Extracció de mostres. Imatges pròpies.



Figura 14. Extracció amb cilindre. Sortida de camp 15 de Novembre de 2017. Imatges pròpies

S'han analitzat un total de 54 mostres, dividides en 2 anys (27 mostres el 30 de Novembre de 2016) i (27 mostres el 15 de Novembre de 2017). Per observar correctament la taula de sistema de nomenclatura d'extracció de dades, la primera columna tant de l'any 2016 com l'any 2017 correspondria a l'àrea silvopasturada per ramats de vaques, la tercera columna correspondria a la silvopasturada per ramats de cabres i finalment la cinquena columna correspondria a la no silvopasturada (Taules 1 i 2).

Taula 1. Sistema de nomenclatura d'extracció de mostres 2016

Any: 2016					
Mostres	Numeració	Mostres	Numeració	Mostres	Numeració
BGCA1	1	BGGA1	10	BGMA1	19
BGCA2	2	BGGA2	11	BGMA2	20
BGCA3	3	BGGA3	12	BGMA3	21
BGCB1	4	BGGB1	13	BGMB1	22
BGCB2	5	BGGB2	14	BGMB2	23
BGCB3	6	BGGB3	15	BGMB3	24
BGCC1	7	BGGC1	16	BGMC1	25
BGCC2	8	BGGC2	17	BGMC2	26
BGCC3	9	BGGC3	18	BGMC3	27

Taula 2. Sistema de nomenclatura d'extracció de mostres 2017

Any: 2017					
Mostres	Numeració	Mostres	Numeració	Mostres	Numeració
2BGCA1	28	2BGGA1	37	2BGMA1	46
2BGCA2	29	2BGGA2	38	2BGMA2	47
2BGCA3	30	2BGGA3	39	2BGMA3	48
2BGCB1	31	2BGGB1	40	2BGMB1	49
2BGCB2	32	2BGGB2	41	2BGMB2	50
2BGCB3	33	2BGGB3	42	2BGMB3	51
2BGCC1	34	2BGGC1	43	2BGMC1	52
2BGCC2	35	2BGGC2	44	2BGMC2	53
2BGCC3	36	2BGGC3	45	2BGMC3	54

4.2 Metodologia de Laboratori

En la metodologia del laboratori, el primer pas va ser assecar les mostres durant dues setmanes a temperatura i humitat ambient per a la seva preparació posterior en el laboratori de geografia física a la Facultat de Geografia de la Universitat de Barcelona (Francos et. al., 2018).

Un cop assecades naturalment, es va procedir a preparar les mostres, les mostres van ser tamisades com podem veure en la figura 15, mitjançant la separació de tres elements en primer lloc, els agregats els situem entre 4 i 4,8 mm de mesura, seguint l'escala de mesura de més gran a més petit, separem els elements grossos que els considerem amb un valor major de 2 mm i per altre banda, la terra fina que els considerem menors a 2mm, les mostres es guarden a temperatura i humitat estable, el fet que separem les mostren en aquest diàmetre, servirà per fer diferents mesures fisicoquímiques que més endavant en parlarem.

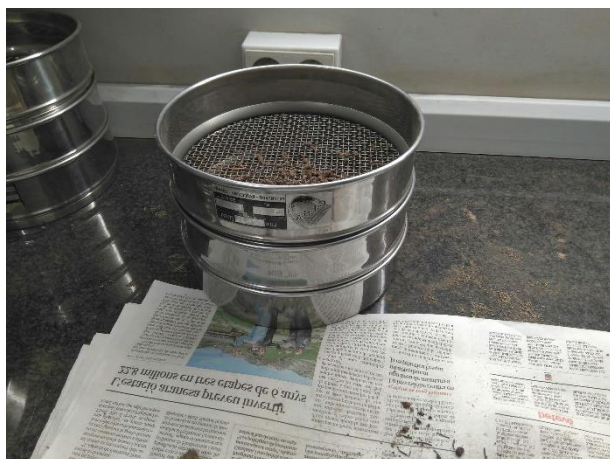


Figura 15. Tamisació de mostres. Elaboració pròpia

Un cop acabat el procediment de tamisació, es procedeix a polvoritzar mitjançant un molí de boles durant 2 minuts a 40 Hz com podem observar en la figura 16 amb la finalitat de portar les mostres als centres científics i tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB) per analitzar el carboni i el nitrogen.



Figura 16. Molí de boles per a la polvorització de mostres. Imatge pròpia

Un cop s'ha acabat el pretractament del mostreig, procedim a la part analítica, el primers paràmetres que vam analitzar va ser el pH i la Conductivitat elèctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), com podeu veure en la figura 17, s'ha emprat per a l'obtenció de dades el pHímetre i el conductímetre, seguint els protocols explicats a [USDA \(1973\)](#).



Figura 17. pH i Conductivitat elèctrica de mostres. Imatge pròpia.

Per poder mesurar correctament els dos paràmetres s'ha d'establir una relació de 20 grams de mostra per 50 ml d'aigua destil·lada en un recipient (relació 1: 2,5), dels quals un cop remogut, es deixa reposar uns 30 minuts per a la posterior mesura.

Seguint l'anàlisi de les mostres, el següent pas és el filtratge de mostres per a ser enviats als CCiTUB amb la finalitat de conèixer la concentració d'elements majoritaris i minoritaris. Dins dels elements majoritaris hem analitzat el fòsfor assimilable (P_2O_5), i els cations Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} i K^+ , i els elements minoritaris analitzats han estat l'Alumini (Al), Ferro (Fe), Manganès (Mn), Zinc (Zn), Bor (B), Silici (Si) i Sofre (S) (Knudsen et al., 1986).

Per al filtratge de les mostres, s'ha seguit una relació de 2,5 grams de sòl, per 50 ml d'Acetat d'Amoníac ($C_2H_7NO_2$). Aquestes mostres es quedaven 24 hores remonent-se amb un agitador magnètic com podem veure a la figura 18 per a posteriori, mitjançant un filtre i un compressor, extreure 1 ml de mostra filtrada i s'afegeix aigua destil·lada fins arribar als 10 ml en un tub d'assaig.



Figura 18. Filtratge de mostres.
Imatge pròpia.

Pèl que respecte a les anàlisis fets als CCiTUB els elements majoritaris són extrets mitjançant un equip d'espectrometria de plasma amb la excepció del Fòsfor, que es va utilitzar el mètode

Osmond Bray ([Bray and Kurtz, 1945](#)), fent ús d'una solució de fluorur d'amoníac i d'àcid clorhídric amb la pertinent mesura del espectròfotometre Zuzi 4200.

Un cop tancat el bloc de diferents paràmetres, aquests inclosos com a propietats químiques, vam fer el salt a les propietats físiques.

Per començar les propietats físiques de les mostres vam començar amb la hidrofobicitat o la repel·lència a l'aigua, fent ús de la tècnica Water Drop Penetration Test (WDPT) per a aquesta propietat és va utilitzar les mostres amb elements fins prèviament tractats i emmagatzemats a una temperatura estable de 22°C com podem observar la figura 19. El procediment és dipositar 6 gotes d'aigua destil·lada a la superfície com podem veure a la figura 20 i mitjançant un cronòmetre, comptabilitzar els temps que tarda el sòl en absorbir la gota d'aigua com s'explica en la metodologia ([Wessel, 1988](#)).



Figura 19. Emmagatzematge de les mostres fines. Imatge pròpia.

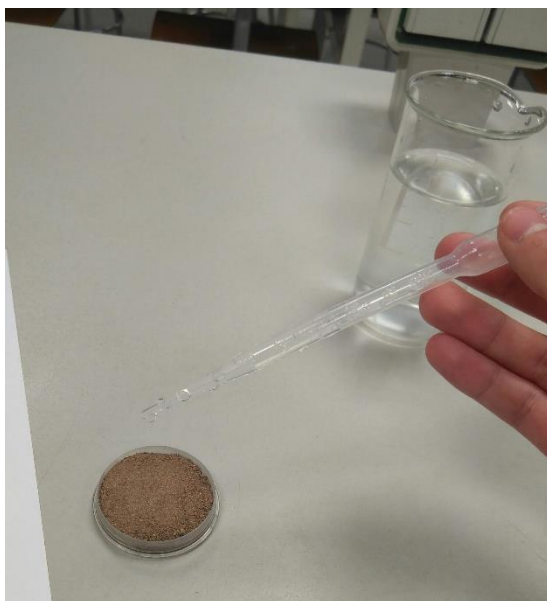


Figura 20. Hidrofobicitat en les mostres. Imatge pròpia.

La segona propietat física que es van analitzar els seus paràmetres és la estabilitat d'agregats, per començar es van agafar els agregats que van ser separats a l'hora de tamisar i s'aplica el mètode de Ten Drop Impact (TDI), el procediment es aplicar a 10 agregats seleccionats 10 gotes en un tamís de 2,8 mm com podem veure en la figura 21. El resultat és expressat com a percentatge de disgregació (Low, 1954).

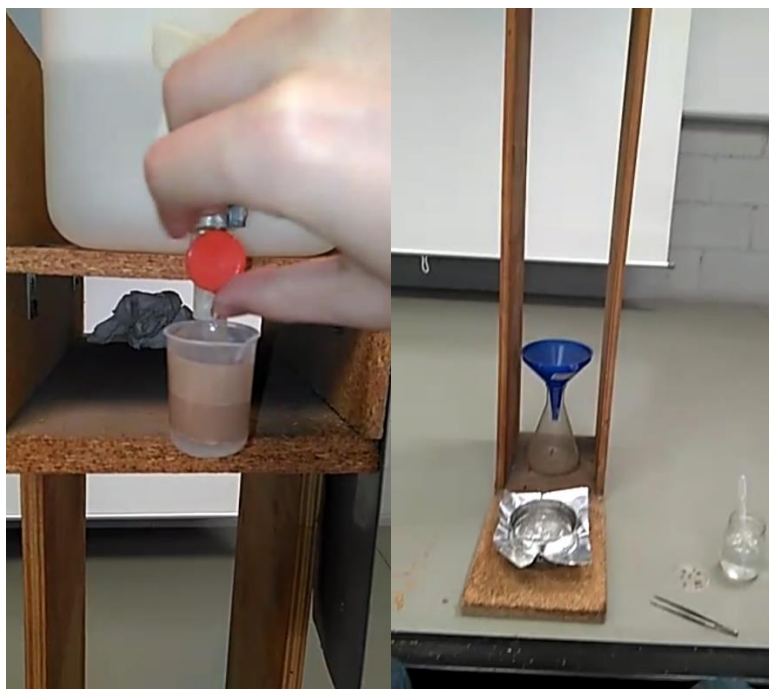


Figura 21. Estabilitat d'agregats. Imatge pròpia

Per l'anàlisi de la matèria orgànica les 3 variables C inorgànic, C orgànic, i carbonats, es treballa amb mostra polvoritzada. S'introdueix 1 gram de mostra seca a 60°C en un got resistant a altes temperatures. Posteriorment les mostres són posades a l'estufa durant 12 hores a 105°C amb la finalitat de treure la humitat completament de les mostres. Les mostres es deixen refredar a una

campana aproximadament uns 30 min i es pesen de nou.

Un cop està fet tot això s'escalfa la mufla a 550°C i es col·loquen les mostres durant 4h. Passades aquestes quatre hores es retiren les mostres de la mufla, i de nou es deixen refredar en una campana aproximadament 30 minuts i es pesen. Per concloure s'escalfa la mufla a 950°C i es tornen a col·locar les mostres durant 2h. Finalment, es retiren les mostres de la mufla i es deixen refredar en una campana entorn 1 a 2h i es pesen per últim cop (Heiri et al., 2001).

El carboni total i el nitrogen van ser analitzats mitjançant l'Anàlisi Elemental (Na A2100 Protein Nitrogen Analyzer).

4.3 Metodologia de Gabinet

Per als resultats obtinguts de les 54 mostres és fa un estudi de comparacions estadístiques entre dates de mostreig (temps) i tractaments. Es van dur a terme realitzant una prova ANOVA unidireccional. Els efectes principals són el temps i el tractament. Totes les dades obtingudes i treballades estadísticament es van realitzar amb SPSS 20.0. La preparació de les dades i la realització dels gràfics han estat mitjançant el programa de l'Excel, la realització dels mapes s'ha fet servir el programa de SIG de l'ArcGis 10.2

Els resultats estan expressats mitjançant gràfics estadístics emprats en l'anàlisi estadística multifactorial unidireccional ANOVA, la Gràfica de barres amb els intervals de confiança segon (Masson i Loftus, 1994).

Pel que fa a la informació s'ha utilitzat diferents pàgines webs de caire científic, pàgines de dades de fonts administratives oficials com ajuntaments o pròpiament de la generalitat de Catalunya, també s'ha utilitzat diferents articles científics principalment proporcionats pels tutors del treball Xavier Úbeda i Marcos Francos i també buscant articles relacionats en el Google Scholar. Pel que fa al laboratori, l'ensenyament ha estat directe a través dels tutors Xavier Úbeda i Marcos Francos.

5. Resultats i discussió

Els resultats obtinguts mitjançant les anàlisis de laboratori i el posterior tractament estadístic s'especifiquen en les taules 3,4,5,6 i 7 i en els corresponents gràfics que es troben a continuació.

Taula 3: Comparació 1er mostreig, 1 vaques, 2 cabres i 3 control

Propietat del sòl	Unitats	Àrea d'estudi	Mitjana	Desviació Estàndard	P.Valor
Hidrofobicitat	Segons	Vaques	124,61	149,52	**
		Cabres	0,54	0,19	
		Control	0,83	1,35	
EA	%	Vaques	94,99	6,18	**
		Cabres	70,89	14,29	
		Control	78,36	17,50	
NT	%	Vaques	0,37	0,13	***
		Cabres	0,18	0,04	
		Control	0,19	0,05	
Cl	%	Vaques	3,79	0,47	***
		Cabres	4,98	0,18	
		Control	4,56	0,49	
MO	%	Vaques	5,59	2,48	***
		Cabres	2,39	0,46	
		Control	2,95	0,95	
pH	pH	Vaques	8,42	0,20	*
		Cabres	8,62	0,13	
		Control	8,59	0,18	
CE	µS/cm	Vaques	345,20	120,95	***
		Cabres	118,46	40,14	
		Control	114,76	24,79	
Ca	mg/Kg	Vaques	22412,10	1531,11	***
		Cabres	20264,83	1802,08	
		Control	17719,73	1153,37	
Mg	mg/Kg	Vaques	1357,64	275,84	n.s
		Cabres	1029,55	372,36	
		Control	1040,41	276,96	
Na	mg/Kg	Vaques	38,79	10,15	***
		Cabres	40,14	9,86	
		Control	75,78	21,71	
K	mg/Kg	Vaques	464,90	245,72	***

		Cabres	220,20	34,64	
		Control	205,21	27,90	
Al	mg/Kg	Vaques	12,18	1,19	***
		Cabres	10,93	0,77	
		Control	9,96	1,23	
Mn	mg/Kg	Vaques	40,60	9,38	***
		Cabres	25,28	5,10	
		Control	28,75	3,93	
Fe	mg/Kg	Vaques	3,92	2,35	n.s
		Cabres	2,85	2,22	
		Control	3,55	2,08	
Zn	mg/Kg	Vaques	0,96	0,80	n.s
		Cabres	1,00	0,76	
		Control	1,36	1,00	
Si	mg/Kg	Vaques	240,14	61,81	***
		Cabres	157,74	89,28	
		Control	111,54	23,70	
S	mg/Kg	Vaques	165,53	183,64	n.s
		Cabres	224,55	445,97	
		Control	71,18	44,70	
C/N	C/N Ratio	Vaques	15,06	2,36	n.s
		Cabres	13,63	1,43	
		Control	15,15	2,42	
SPAR	SPAR	Vaques	3,30	1,75	*
		Cabres	1,79	0,30	
		Control	2,05	0,23	
Ca:Al	Ca:Al	Vaques	1850,08	147,09	n.s
		Cabres	1853,77	116,31	
		Control	1793,97	152,23	
Ca:Mg	Ca:Mg	Vaques	17,06	3,36	n.s
		Cabres	22,00	7,71	
		Control	18,07	4,67	

Taula 4: Comparació 2^a mostreig, 1 vaques, 2 cabres i 3 control

Propietat del sòl	Unitats	Àrea d'estudi	Mitjana	Desviació Estàndard	P.Valor
Hidrofobicitat	Segons	Vaques	1,57	0,93	***
		Cabres	0,68	0,20	
		Control	0,40	0,21	

EA	%	Vaques	92,22	5,76	n.s
		Cabres	86,45	8,49	
		Control	90,04	6,51	
NT	%	Vaques	0,34	0,18	*
		Cabres	0,18	0,03	
		Control	0,22	0,04	
Cl	%	Vaques	3,65	0,52	***
		Cabres	4,52	0,24	
		Control	4,36	0,22	
MO	%	Vaques	5,51	2,35	***
		Cabres	2,73	0,46	
		Control	3,36	0,77	
pH	pH	Vaques	8,32	0,18	***
		Cabres	8,58	0,08	
		Control	8,47	0,13	
CE	μS/cm	Vaques	207,83	108,75	**
		Cabres	110,42	20,67	
		Control	119,86	18,24	
Ca	mg/Kg	Vaques	22263,26	1623,62	***
		Cabres	20489,06	2085,74	
		Control	18005,40	1800,17	
Mg	mg/Kg	Vaques	1393,30	381,12	**
		Cabres	873,08	109,57	
		Control	1108,47	302,04	
Na	mg/Kg	Vaques	157,13	15,32	***
		Cabres	125,39	19,89	
		Control	112,84	13,24	
K	mg/Kg	Vaques	415,12	128,05	***
		Cabres	259,06	46,00	
		Control	225,19	41,73	
Al	mg/Kg	Vaques	10,92	1,08	n.s
		Cabres	10,75	0,84	
		Control	9,86	1,51	
Mn	mg/Kg	Vaques	41,67	14,12	*
		Cabres	25,47	6,01	
		Control	35,97	14,12	
Fe	mg/Kg	Vaques	2,57	0,69	n.s
		Cabres	2,61	1,11	
		Control	2,21	1,47	
Zn	mg/Kg	Vaques	1,05	0,84	n.s
		Cabres	0,67	0,50	

		Control	0,91	0,58	
Si	mg/Kg	Vaques	211,91	79,44	***
		Cabres	130,13	45,99	
		Control	80,62	33,05	
S	mg/Kg	Vaques	72,22	23,58	*
		Cabres	54,82	26,98	
		Control	42,27	9,51	
C/N	C/N Ratio	Vaques	17,40	6,15	n.s
		Cabres	15,09	1,19	
		Control	15,23	1,78	
SPAR	SPAR	Vaques	3,73	0,87	***
		Cabres	2,63	0,36	
		Control	2,44	0,28	
Ca:Al	Ca:Al	Vaques	2046,43	112,48	*
		Cabres	1905,84	132,84	
		Control	1844,10	168,23	
Ca:Mg	Ca:Mg	Vaques	16,89	4,11	***
		Cabres	23,72	3,10	
		Control	17,11	4,02	

Taula 5: Comparació Vaques, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig

Propietat del sòl	Unitats	Àrea d'estudi	Mitjana	Desviació Estàndard	P.Valor
Hidrofobicitat	Segons	1er mostreig	124,61	149,52	*
		2on mostreig	1,57	0,93	
EA	%	1er mostreig	94,99	6,18	n.s
		2on mostreig	92,22	5,76	
NT	%	1er mostreig	0,37	0,13	n.s
		2on mostreig	0,34	0,18	
Cl	%	1er mostreig	3,79	0,47	n.s
		2on mostreig	3,65	0,52	
MO	%	1er mostreig	5,59	2,48	n.s

		2on mos- treig	5,51	2,35	
pH	pH	1er mos- treig	8,42	0,20	n.s
		2on mos- treig	8,32	0,18	
CE	μS/cm	1er mos- treig	345,20	120,95	*
		2on mos- treig	207,83	108,75	
Ca	mg/Kg	1er mos- treig	22412,10	1531,11	n.s
		2on mos- treig	22263,26	1623,62	
Mg	mg/Kg	1er mos- treig	1357,64	275,84	n.s
		2on mos- treig	1393,30	381,12	
Na	mg/Kg	1er mos- treig	38,79	10,15	***
		2on mos- treig	157,13	15,32	
K	mg/Kg	1er mos- treig	464,90	245,72	n.s
		2on mos- treig	415,12	128,05	
Al	mg/Kg	1er mos- treig	12,18	1,19	*
		2on mos- treig	10,92	1,08	
Mn	mg/Kg	1er mos- treig	40,60	9,38	n.s
		2on mos- treig	41,67	14,12	
Fe	mg/Kg	1er mos- treig	3,92	2,35	n.s
		2on mos- treig	2,57	0,69	
Zn	mg/Kg	1er mos- treig	0,96	0,80	n.s
		2on mos- treig	1,05	0,84	
Si	mg/Kg	1er mos- treig	240,14	61,81	n.s

		2on mos- treig	211,91	79,44	
S	mg/Kg	1er mos- treig	165,53	183,64	n.s
		2on mos- treig	72,22	23,58	
C/N	C/N Ratio	1er mos- treig	15,06	2,36	n.s
		2on mos- treig	17,40	6,15	
SPAR	SPAR	1er mos- treig	3,30	1,75	n.s
		2on mos- treig	3,73	0,87	
Ca:Al	Ca:Al	1er mos- treig	1850,08	147,09	**
		2on mos- treig	2046,43	112,48	
Ca:Mg	Ca:Mg	1er mos- treig	17,06	3,36	n.s
		2on mos- treig	16,89	4,11	

Taula 6: Comparació Cabres, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig

Propietat del sòl	Unitats	Àrea d'es- tudi	Mitjana	Desviació Es- tandard	P.Valor
Hidrofobicitat	Segons	1er mos- treig	0,54	0,19	n.s
		2on mos- treig	0,68	0,20	
EA	%	1er mos- treig	70,89	14,29	*
		2on mos- treig	86,45	8,49	
NT	%	1er mos- treig	0,18	0,04	n.s
		2on mos- treig	0,18	0,03	
Cl	%	1er mos- treig	4,98	0,18	***
		2on mos- treig	4,52	0,24	

MO	%	1er mos- treig	2,39	0,46	n.s
		2on mos- treig	2,73	0,46	
pH	pH	1er mos- treig	8,62	0,13	n.s
		2on mos- treig	8,58	0,08	
CE	μS/cm	1er mos- treig	118,46	40,14	n.s
		2on mos- treig	110,42	20,67	
Ca	mg/Kg	1er mos- treig	20264,83	1802,08	n.s
		2on mos- treig	20489,06	2085,74	
Mg	mg/Kg	1er mos- treig	1029,55	372,36	n.s
		2on mos- treig	873,08	109,57	
Na	mg/Kg	1er mos- treig	40,14	9,86	***
		2on mos- treig	125,39	19,89	
K	mg/Kg	1er mos- treig	220,20	34,64	n.s
		2on mos- treig	259,06	46,00	
Al	mg/Kg	1er mos- treig	10,93	0,77	n.s
		2on mos- treig	10,75	0,84	
Mn	mg/Kg	1er mos- treig	25,28	5,10	n.s
		2on mos- treig	25,47	6,01	
Fe	mg/Kg	1er mos- treig	2,85	2,22	n.s
		2on mos- treig	2,61	1,11	
Zn	mg/Kg	1er mos- treig	1,00	0,76	n.s
		2on mos- treig	0,67	0,50	

Si	mg/Kg	1er mos- treig	157,74	89,28	n.s
		2on mos- treig	130,13	45,99	
S	mg/Kg	1er mos- treig	224,55	445,97	n.s
		2on mos- treig	54,82	26,98	
C/N	C/N Ratio	1er mos- treig	13,63	1,43	*
		2on mos- treig	15,09	1,19	
SPAR	SPAR	1er mos- treig	1,79	0,30	***
		2on mos- treig	2,63	0,36	
Ca:Al	Ca:Al	1er mos- treig	1853,77	116,31	n.s
		2on mos- treig	1905,84	132,84	
Ca:Mg	Ca:Mg	1er mos- treig	22,00	7,71	n.s
		2on mos- treig	23,72	3,10	

Taula 7: Comparació Control, 1 primer mostreig, 2 segon mostreig

Propietat del sòl	Unitats	Àrea d'es- tudi	Mitjana	Desviació Es- tandard	P.Valor
Hidrofobicitat	Segons	1er mos- treig	0,83	1,35	n.s
		2on mos- treig	0,40	0,21	
EA	%	1er mos- treig	78,36	17,50	n.s
		2on mos- treig	90,04	6,51	
NT	%	1er mos- treig	0,19	0,05	n.s
		2on mos- treig	0,22	0,04	
CI	%	1er mos- treig	4,56	0,49	n.s

		2on mos- treig	4,36	0,22	
MO	%	1er mos- treig	2,95	0,95	n.s
		2on mos- treig	3,36	0,77	
pH	pH	1er mos- treig	8,59	0,18	n.s
		2on mos- treig	8,47	0,13	
CE	µS/cm	1er mos- treig	114,76	24,79	n.s
		2on mos- treig	119,86	18,24	
Ca	mg/Kg	1er mos- treig	17719,73	1153,37	n.s
		2on mos- treig	18005,40	1800,17	
Mg	mg/Kg	1er mos- treig	1040,41	276,96	n.s
		2on mos- treig	1108,47	302,04	
Na	mg/Kg	1er mos- treig	75,78	21,71	***
		2on mos- treig	112,84	13,24	
K	mg/Kg	1er mos- treig	205,21	27,90	n.s
		2on mos- treig	225,19	41,73	
Al	mg/Kg	1er mos- treig	9,96	1,23	n.s
		2on mos- treig	9,86	1,51	
Mn	mg/Kg	1er mos- treig	28,75	3,93	n.s
		2on mos- treig	35,97	14,12	
Fe	mg/Kg	1er mos- treig	3,55	2,08	n.s
		2on mos- treig	2,21	1,47	
Zn	mg/Kg	1er mos- treig	1,36	1,00	n.s

		2on mos- treig	0,91	0,58	
Si	mg/Kg	1er mos- treig	111,54	23,70	*
		2on mos- treig	80,62	33,05	
S	mg/Kg	1er mos- treig	71,18	44,70	n.s
		2on mos- treig	42,27	9,51	
C/N	C/N Ratio	1er mos- treig	15,15	2,42	n.s
		2on mos- treig	15,23	1,78	
SPAR	SPAR	1er mos- treig	2,05	0,23	**
		2on mos- treig	2,44	0,28	
Ca:Al	Ca:Al	1er mos- treig	1793,97	152,23	n.s
		2on mos- treig	1844,10	168,23	
Ca:Mg	Ca:Mg	1er mos- treig	18,07	4,67	n.s
		2on mos- treig	17,11	4,02	

En totes les explicacions dels resultats, primerament es tractarà el gràfic de l'esquerra corresponent a la comparació de les diferents gestions en cada mostreig, i posteriorment s'exposaran els resultats de la comparació temporal de cadascuna de les parcel·les que correspon amb el gràfic de la dreta.

Hidrofobicitat

En la primera figura que correspon al tipus de gestió, en el primer mostreig s'aprecien clares diferències sobretot en el cas de les vaques on la Hidrofobicitat és molt més alta respecte els de les cabres i el control, en el segon mostreig els valors són més similars entre vaques, cabres i control. En la segona figura veiem que la parcel·la de les vaques, l'hidrofobicitat és significativament més alta en el primer any respecte l'altre, no es registren canvis temporals en les parcel·les de les cabres ni del control.

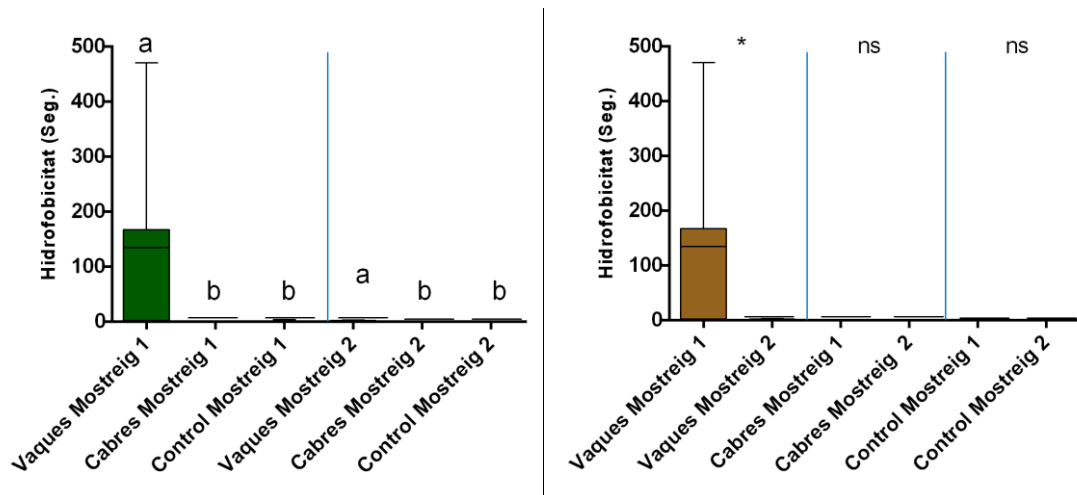


Figura 22. Comparació de la hidrofobicitat.

S'estableix doncs en sòls alcalins, és a dir, superior a 7,3 de pH just després d'un incendi sever és detecta una hidrofobicitat alta. Tanmateix, la hidrofobicitat (WDPT) oscil·la entre els 10 i els 300 segons, s'observen canvis dels sòls alcalins al desenvolupament d'hidrofobicitat per la producció de biomassa comparativament baixa a la regió, és a dir, la disminució de biomassa causada directament en aquest cas per la silvopastura sense un incendi molt pròxim a les dates de l'anàlisi, produeix una disminució de la hidrofobicitat, a major consum de combustible s'obté una disminució de la hidrofobicitat. (Mataix-Solera i Doerr, 2004)

Estabilitat d'Agregats

En la primera figura veiem canvis significatius en el primer mostreig en el tipus de gestió, sobretot el de les vaques que és major respecte els altres tipus de gestió, en el segon mostreig no s'aprecien canvis significatius en la tipologia de gestió. En la segona figura, podem observar que els canvis significatius en el transcurs de l'any del primer respecte el segon mostreig és significatiu només en les cabres.

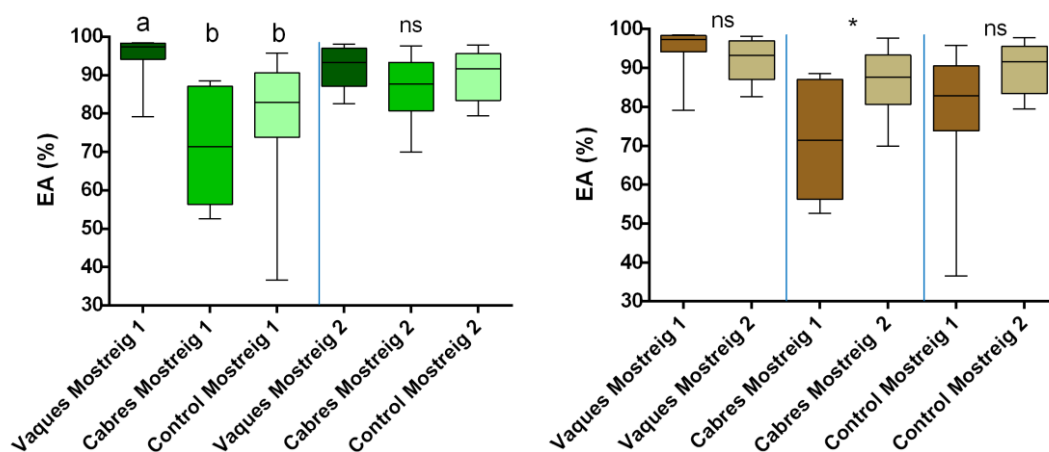


Figura 23. Comparació de la Estabilitat d'Agregats

El nivell relativament elevat d'estabilitat agregada o incús l'augment de l'estabilitat dels agregats en les mostres de condicions similars pot ser susceptible per factors externs com l'erosió, el flux

terrestre, la meteorologia o el rentat de pendents. (Mataix-Solera i Doerr, 2004), La estabilitat dels agregats pot tenir certa relació amb la matèria orgànica del sòl. El pasturatge té poc efecte perjudicial sobre la distribució i l'estabilitat agregats del sòl (Steven i Sharrow, 2007). Per tant, l'augment de la parcel·la de les cabres va explicar mitjançant dinàmiques naturals, els valors estadístics del control són els nivells més adients i són els que es van aproximant, després de l'incendi i amb el transcurs del temps.

Nitrogen total

En la primera figura que relaciona els tipus de gestió, veiem com en el primer mostreig s'aprecien canvis en el tipus de gestió, les parcel·les de les vaques són significativament més altes respecte les cabres i el control, en el segon mostreig les tres són diferents entre elles, deixant el control en un punt mig entre la parcel·la de les vaques i la de les cabres. En la segona figura no s'aprecien canvis significatius al transcurs de l'any entre les mostres de les mateixes parcel·les.

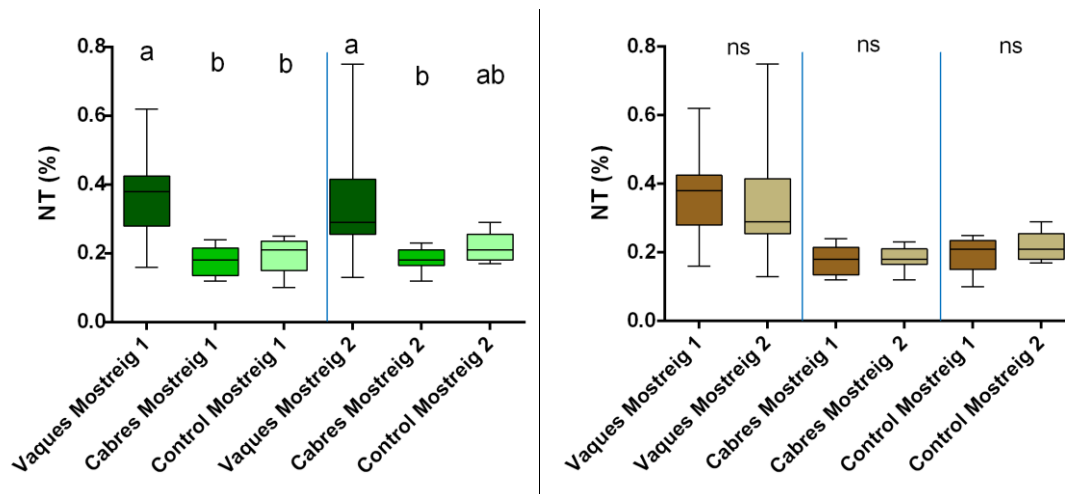


Figura 24. Comparació de NT

Els valors de nitrogen total si són equilibrats, aporten un major desenvolupament en la part herbàcia. La pastura fa augmentar en el transcurs de 3 i 4 anys aquests nivells. Els canvis perquè siguin significatius han de ser a llarg termini, el pasturatge sense pràctiques addicionals de gestió del sòl ajuda a tenir valors equilibrats que van relacionats amb la relació Carboni i Nitrogen, explicats més endavant (Benintende, 2008; Nyakatawa, 2012).

Carboni Inorgànic

En la primera figura podem observar com en el tipus de gestió de vaques el carboni inorgànic és significativament més baix que en el de les cabres i el control, tant en el primer com en el segon mostreig. En la segona figura podem deduir que s'aprecien canvis significatius en la parcel·la de les cabres, en les parcel·les tant de control com de vaques no hi ha canvis significatius.

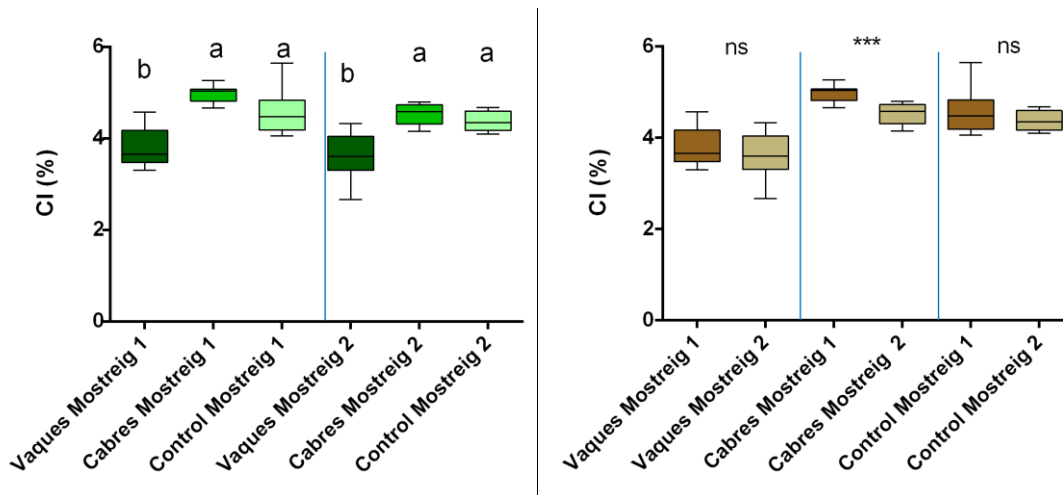


Figura 25. Comparació de CI.

En el Carboni Inorgànic, els baixos nivells de significació menys en el de les cabres van marcats pel tipus de combustió que varen patir i pel Carboni total que tinguessin, les parcel·les de les vaques i cabres tenien menys aridesa i més humitat que el de les cabres, per això, els canvis significatius entre vaques i separatament entre el control és veu una baixa significació com diu [Kloster \(2016\)](#) la determinació del Carboni inorgànic en la de les cabres per la seva falta d'humitat i la combustió de l'incendi per la seva si que és detecta un elevat coeficient de determinació, ajudat també a que les ovelles estan interferint en la producció de Carboni al sòl ([Kloster, 2016](#); [Hedley, 2008](#)).

Matèria orgànica

En la primera figura es pot apreciar tant en el primer mostreig com en el segon que les parcel·les de les vaques són significativament més altes pel que fa a la quantitat de matèria orgànica respecte les parcel·les de les cabres i el control. En la segona figura, podem apreciar que no hi ha diferències significatives temporals entre un mostreig i un altre en les mateixes parcel·les.

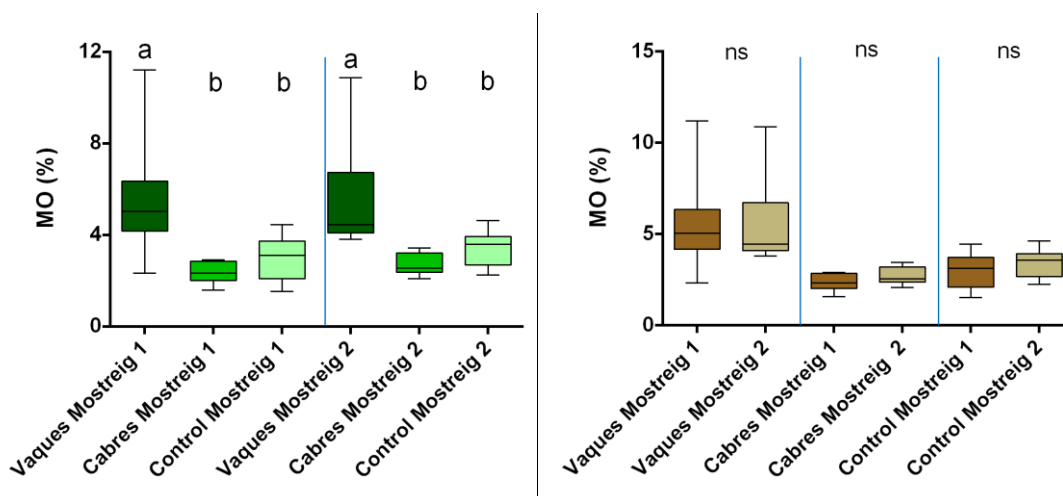


Figura 26. Comparació de matèria orgànica.

Un dels principals determinants pel que fa als efectes és la història de l'ús del sòl. El que proporciona els primers nivells en els continguts de MO, després d'un incendi forestal sever

segons Vanha-Majamaa (2007) és la disminució de manera dràstica del contingut de MO. Els canvis posteriors van lligats a las característiques del sòl, quan més àrid menys MO. També s'ha de considerar la quantitat de productivitat vegetal i animal. La parcel·la de la vaca respecte el control i la de les cabres, te una major quantitat de MO, ja que les pròpies vaques naturalment desprenen matèria orgànica, respecte les cabres (Six, 2000). En aquest sentit, les tipologies de gestió ramaderes segons Droogers i Bouma (1997), van mostrar que els continguts de MO es van incrementar a llarg termini fos el ramat que fos.

pH

En la primera figura que correspon al tipus de gestió podem veure que en el primer mostreig no s'aprecien diferències significatives entre les parcel·les de cabres, vaques i control. En el segon mostreig podem observar com la parcel·la de les vaques és significativament més àcida respecte el control i les cabres, mentre les cabres és significativament més basic i el control es troba entre la pHmetria de la parcel·la de les vaques i de les cabres. En la segona figura podem observar com no es registren canvis significatius en pas del temps ni en la parcel·la de les vaques, ni en la de les cabres, ni en la del control.

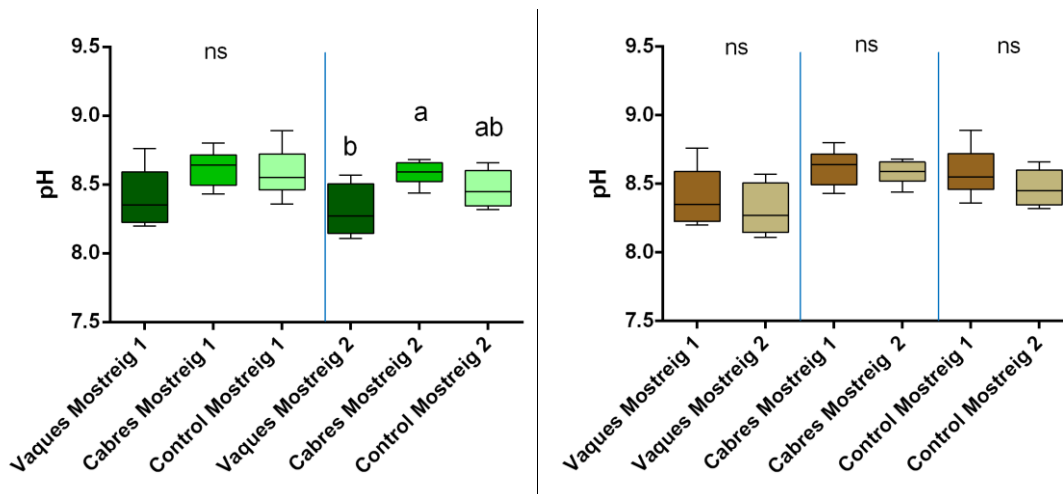


Figura 27. Comparació de pH.

El cas d'un incendi sever afecta al pH segons DeBano (1979) un cop succeït l'incendi, la tendència natural és l'alcalinització o l'acidificació lluny dels paràmetres de pH orgànic del sòl, amb l'aplicació de silvopastura, es comença de manera directe una fertilització orgànica al sòl. El pH del sòl es va veure afectat positivament al transcurs de anys per la fertilització (Losada, 2006). Tot i que els nostres canvis no són significatius ja que només ha transcorregut un any, podem veure que la tendència és anar cap a un pH orgànic.

Conductivitat Elèctrica

En la primera figura, en els dos mostrejors, que corresponen al tipus de gestió, s'aprecien clares diferències sobretot en el cas de la parcel·la de les vaques que és significativament major respecte al de les cabres i el control. En la segona figura veiem que la parcel·la de les vaques la conductivitat elèctrica és significativament més alta en el primer any respecte el segon any, no es registren canvis significatius temporals en la parcel·la de les cabres ni en la del control.

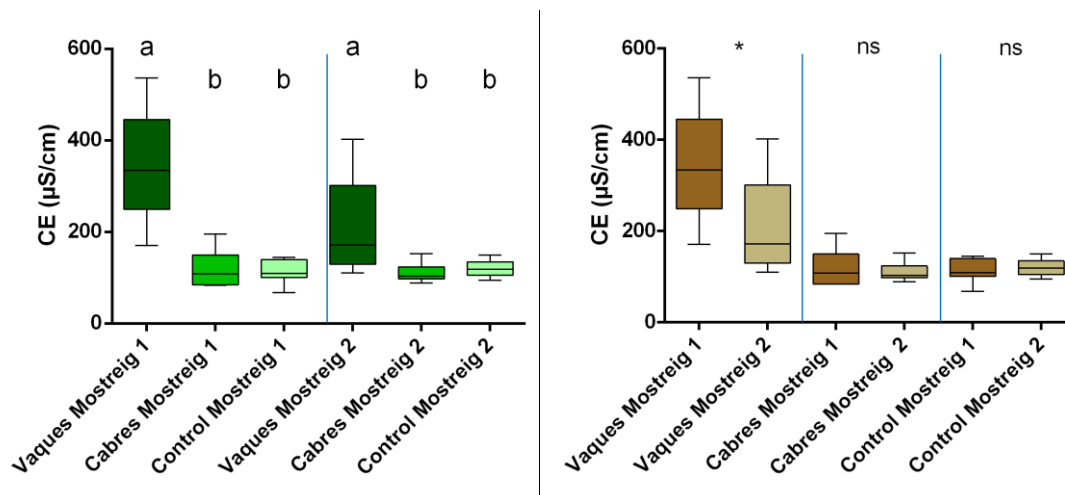


Figura 28. Comparació de Conductivitat elèctrica.

El factor delimitant és el contingut de sal soluble després de l'exposició a temperatures moderades, això explicaria els nivells més alts de la conductivitat elèctrica del sòl en el primer mostreig respecte el segon i sobretot en el de les vaques pot augmentar significativament després de la incorporació de sals solubles per la combustió de matèria orgànica (DeBano et al., 1977; Kutiel i Inbar, 1993). La CE també pot disminuir en sòls exposats a temperatures de 500°C, a causa de la destrucció de minerals d'argila, la formació d'òxids i la formació de partícules gruixudes (Terefe et al., 2008).

A curt termini, els cations ajuden a millorar la fertilitat en la majoria dels casos, no obstant un factor que explicaria perquè de les diferències temporals entre la parcel·la de les cabres i del control és l'adsorció de nutrients pel sòl. En qualsevol cas, els canvis en CE a curt termini solen ser efímers, ja que les sals s'aprofiten ràpidament o es transporten per escolament (Lazava, 2014)

Calci

En la primera figura que relaciona la tipologia de gestió aplicada en les parcel·les observem com en el primer mostreig el Calci en la parcel·la de les vaques, és significativament major que en la de les cabres, i en quant a la parcel·la de les cabres, el Calci, és significativament major que el del control, mentre que el control té el valor més baix de concentració de calci. En el segon mostreig, els valors de concentració de Calci en la parcel·la de les vaques i de les cabres s'aproximen mentre que la del control segueix sent significativament menor respecte aquestes. En la segona figura, podem observar que no existeixen canvis temporals significatius entre les parcel·les amb Silvopastura del mateix animal.

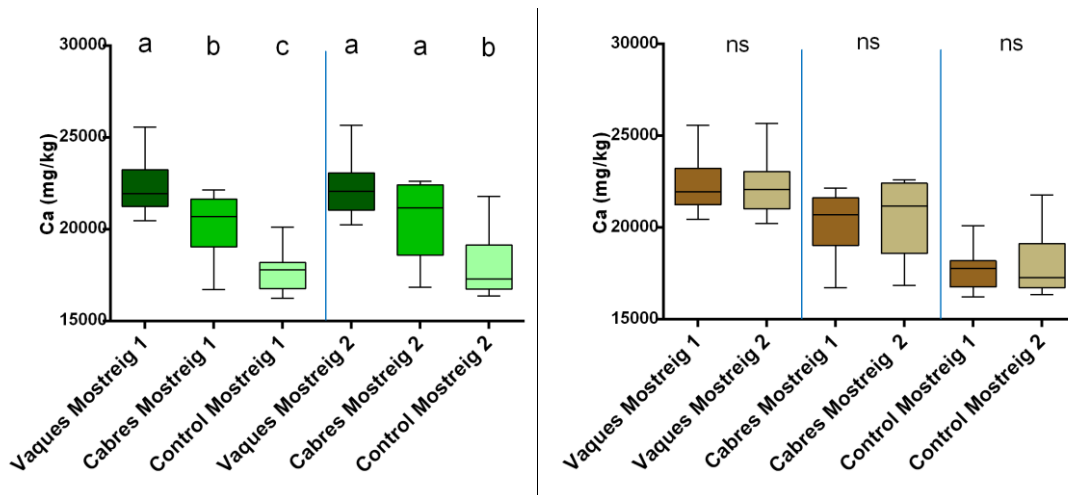


Figura 29. Comparació de Ca

Partint de la idea del incendi del 2015, les concentracions van ser significativament més altes entre el tipus de maneig respecte el control. Les concentracions de Cations Ca^{2+} van ser significativament més altes en zones de les vaques i de les cabres que en control, la temporalitat en aquest cas no ha suposat efecte en cations bàsics disponibles en sòls cremats, amb o sense tècniques d'estabilització com podrien ser l'ús de silvopastura. (Guénon, 2013). Terefe (2008) va comprovar augments de Ca en sòls cremats després de tractaments amb silvopastures.

Magnesi

En la primera figura que relaciona els tipus de gestió, veiem com en el primer mostreig, no s'aprecien canvis significatius de concentració de Magnesi en el tipus de gestió. En el segon mostreig les tres són diferents entre elles, deixant el control en un punt mig entre la parcel·la de les vaques, que és la significativament més alta en concentració de Magnesi, i la de les cabres que és significativament més baixa en concentració de Magnesi. En la segona figura no s'aprecien canvis significatius al transcurs de l'any entre les mostres de les mateixes parcel·les.

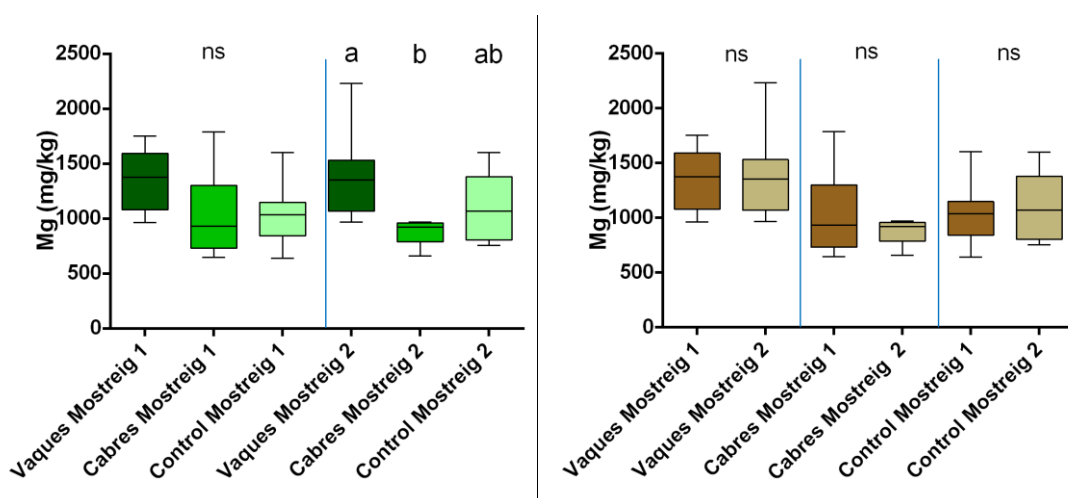


Figura 30. Comparació de Mg.

Majorment després de l'incendi forestal, Cancelo-González et al. (2013) va demostrar que l'incendi d'alta intensitat condueixen a la pèrdua de gairebé el 80% dels cations intercambiables

totals en el sòl a través de l'escolament superficial amb l'excepció dels cations Ca^{2+} i Mg^{2+} que no solen perdre's per volatilització a causa de la seva alta temperatura de volatilització (Britt, 2007), per tant, temporalment no afecta en el Mg^{2+} , però el que sí que veiem són petits canvis a causa en el maneig en el segon mostreig, de les vaques i cabres en el control, per tant, pot ser que hagi una influència directe pel maneig en aquest catió (Lucrezia, 2014).

Sodi

En la primera figura que correspon al tipus de gestió silvopasturada que s'aplica a cada parcel·la, podem observar com en el primer mostreig hi ha canvis significatius tant a la parcel·la de les cabres com de les vaques i és significativament menor respecte el control i amb valors similars entre elles en la concentració de Sodi. En el segon mostreig, la concentració de Sodi en la parcel·la de les vaques segueix un mateix patró, hi ha diferències significatives temporals en totes les parcel·les amb mateix pas d'animals de manera que la segona mostra és sempre significativament més alta que la primera, per tant, sempre hi ha un augment de concentració de Sodi.

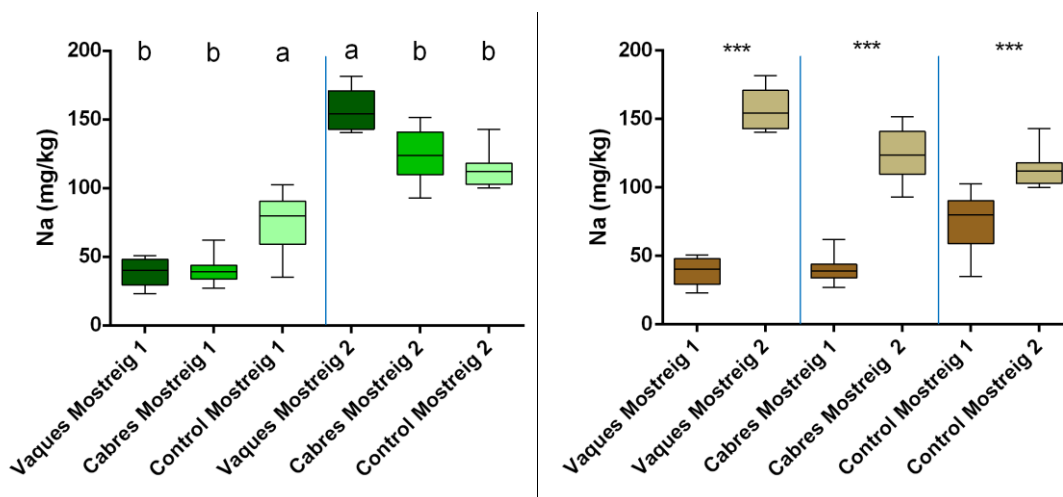


Figura 31. Comparació de Na

Segons Guénon (2013) no va detectar diferències entre els tractaments pel que fa al Na. La concentració de Na va disminuir fins i tot per sota dels valors de preincendi un any posterior, els anys següents, per dinàmiques naturals, tornaren als nivells de preincendi (similars als resultats del control) a partir dels 365 dies després de l'incendi, verificat també que en menys de sis mesos post incendi, els valors de Na, poden deixar de disminuir segons Terefe (2008). Els canvis significatius temporals és deuen a la silvopastura segons Castañeda-Álvarez (2016) la participació activa d'animals fa augmentar l'activitat vegetal, que aquesta és la principal font d'aportació de Na.

Potassi

En la primera figura es pot apreciar tant en el primer mostreig com en el segon que les parcel·les de les vaques són significativament més altes en concentració de Potassi respecte les parcel·les de les cabres i el control. En la segona figura, podem apreciar que no hi ha diferències significatives temporals entre un mostreig i un altre en les mateixes parcel·les.

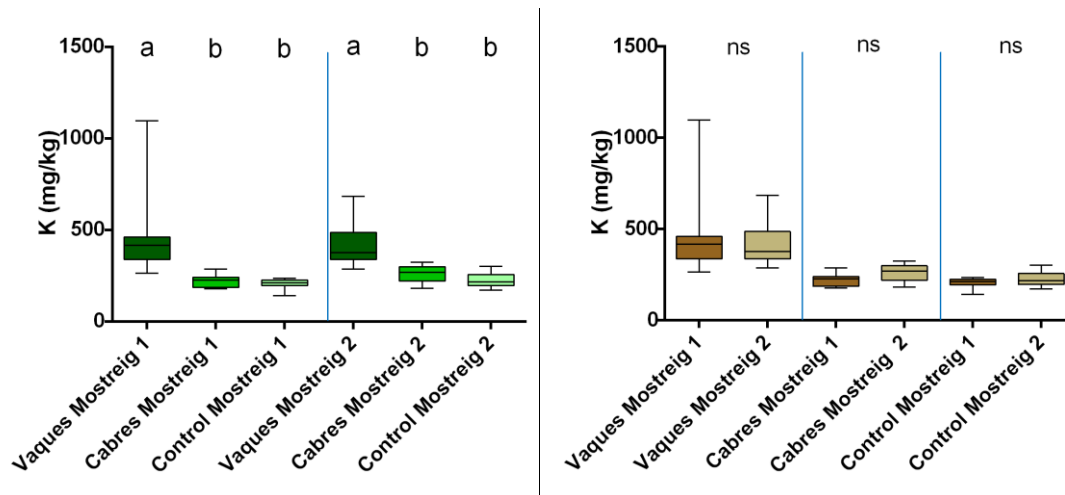


Figura 32. Comparació de K

El trepitjament del combustible que sotmès la silvopastura genera, en gairebé tots els casos, que les concentracions de K entre espai silvopasturats i no silvopasturats tinguessin valors entremitjos, per tant, les majors discrepàncies fossin les diferents tipologies de gestió, no en la temporalitat (Staley, 2008).

El factor postincendi immediat no és molt important en aquest cas, ja que les nostres mostres, són extretes un any aproximadament, cal destacar que DeBano i Conrad (1978) van assenyalar que l'absorció de nutrients extrets de les cendres o similars postincendi és especialment notable quan es té en compte l'element potassi (K), és a dir, la crema de plantes fa augmentar al sòl el catió de Potassi, això explicaria que la parcel·la de les vaques en el primer mostreig fos més alt que en el de les cabres i en el control, segurament tenia més contingut de plantes en el moment de l'incendi (Guénon, 2013).

Alumini

En la primera figura que correspondria a la tipologia de gestió, dins del primer mostreig podem observar com hi ha canvis significatius entre les tres parcel·les. La concentració d'Alumini és major en les vaques que en el control, mentre que el de les cabres es troba en valors similars de les vaques i del control. En el segon mostreig podem veure que els valors no són significatius amb el tipus de gestió de cada parcel·la, en la segona figura podem observar que només les vaques posseeixen canvis temporals de manera que l'alumini un any posterior disminueix la seva concentració.

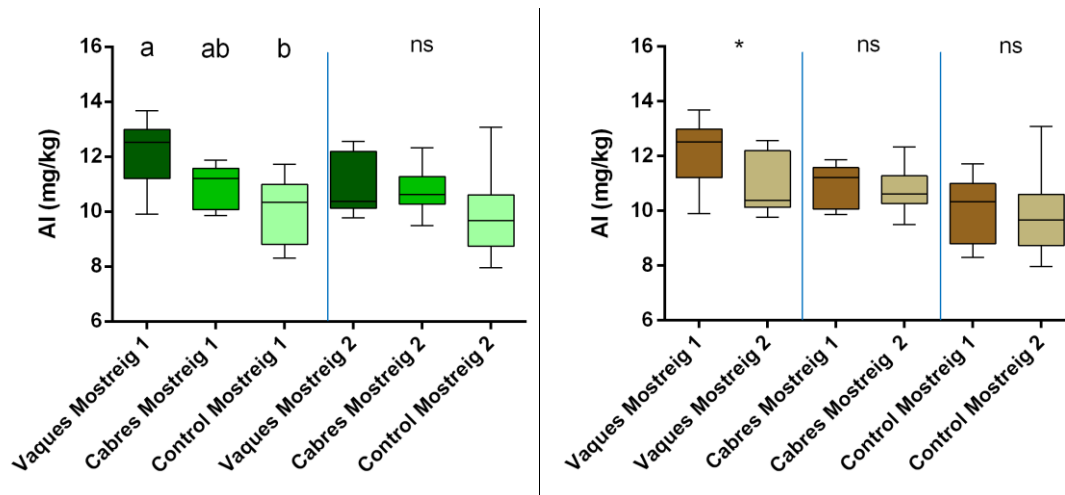


Figura 33. Comparació de Al

Les concentracions d'Alumini solen augmentar després de l'incendi, ja que molts dels materials dels quals fa que la concentració sigui menor, es poden volatilitzar, per tant la quantitat d'alumini és similar però les concentracions van variant, la recuperació del Calci i del pH, els nivells de les argiles i la reacció dels ions ortofosfats amb l'Alumini (Santana, 1999), són les que marquen les concentracions, en les variables, veiem que el pH i el Calci s'estan neutralitzant i estabilitzant respectivament, factor que fa que les concentracions d'alumini baixin, provocats per la silvopastura que és el factor equilibrant tot i que per dinàmiques naturals també s'arriben aquells nivells, amb la silvopastura i transkurs d'anys s'assoleixen els nivells òptims per al sòl més ràpidament (Lucrezia, 2014).

Manganès

En la primera figura que relaciona els tipus de gestió, veiem com en el primer mostreig s'aprecien canvis en el tipus de gestió, les parcel·les de les vaques són significativament més altes en concentració de Manganès respecte les cabres i el control. En el segon mostreig les tres són diferents entre elles, deixant el control en un punt mig entre la parcel·la de les vaques i la de les cabres. En la segona figura no s'aprecien canvis significatius al transkurs de l'any entre les mostres de les mateixes parcel·les.

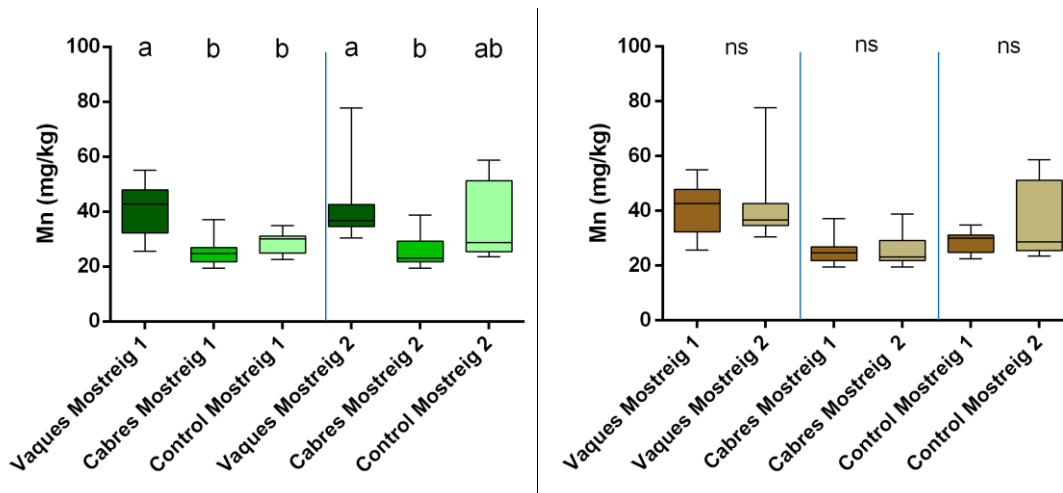


Figura 34. Comparació de Mn.

Segons [Santana \(1999\)](#) el contingut de Manganès és molt diferent entre diferents tractaments silvopasturals. També s'observa una tendència a disminuir a través del temps tot i que és necessari el transcurs de més d'un any perquè aquestes siguin prou significatiu. Un factor elemental en els tractaments és l'aparició d'arbres, encara el sòl de les nostres parcel·les no són suficient madur com per tornar a rebrotar un sistema d'arbres prou dens.

Després de l'incendi, es pot observar un increment transitori després de l'incendi dels nutrients disponibles al sòl com el cas del Mn, com el Mg i el Ca d'almenys un any, per tant, els valors que veiem en el primer mostreig són elevacions transitòries, que es van establint naturalment o bé per elements externs com la silvopastura ([Guénon, 2013](#)).

Ferro

En el cas del ferro com podem apreciar, no s'observen canvis significatius ni en la tipologia de gestió ni temporals, per tant, els valors són similars

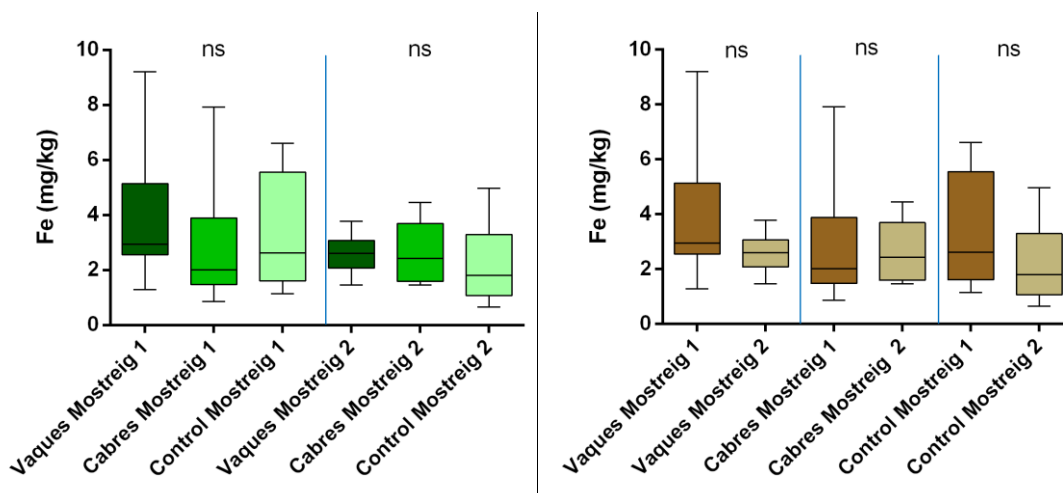


Figura 35. Comparació de Fe

Com en els treballs de [Santana \(1999\)](#) i [Guénon \(2013\)](#), tot i que els resultats no van ser

significatius podem dir que possiblement foren efectes positius ja que s'apunta una influència lleugerament beneficiosa d'aquests tractaments per a l'estabilització en la qualitat del sòl cremat.

Zinc

En el cas del Zinc com en el cas del Ferro, anteriorment esmentat, no s'observen canvis significatius ni en la tipologia de gestió ni temporals, per tant, els valors son similars.

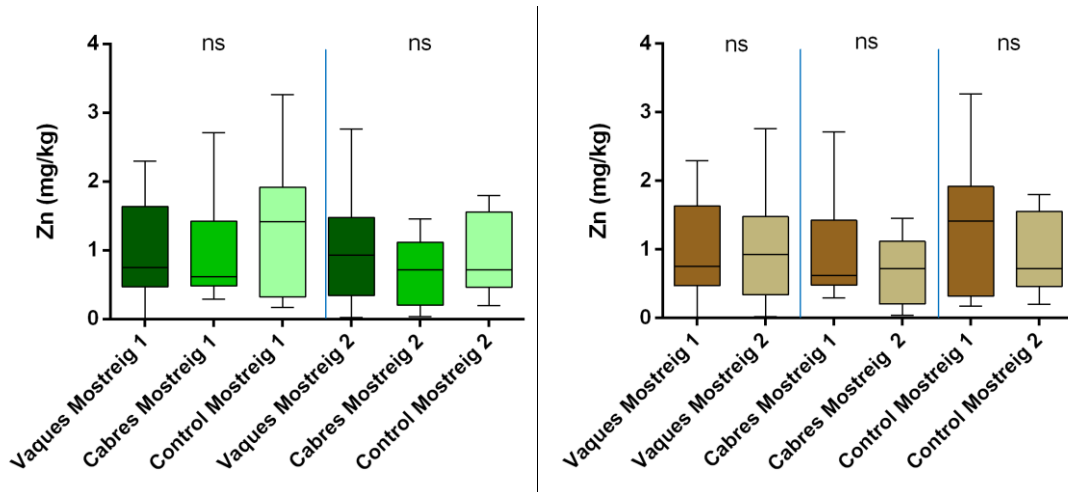


Figura 36. Comparació de Zn.

En el cas del Zn existeix un valor d'increment de Zinc transitori després de l'incendi dels nutrients disponibles al sòl de duració de tres mesos Després, de forma natural s'estabilitza, en aquest cas ni la temporalitat ni la tipologia de gestió en els resultats són significatius, ni el temps ni el tipus de tractament de silvopastura tenen rellevància directe en el Zn (Guénon, 2013).

Silici

En la primera figura es pot apreciar tant en el primer mostreig com en el segon que les parcel·les de les vaques són significativament més altes en concentració de Silici respecte les parcel·les de les cabres i el control. En la segona figura, podem apreciar que no hi ha diferències significatives temporals entre un mostreig i un altre a excepció del control que el valor del segon mostreig la concentració de Silici disminueix.

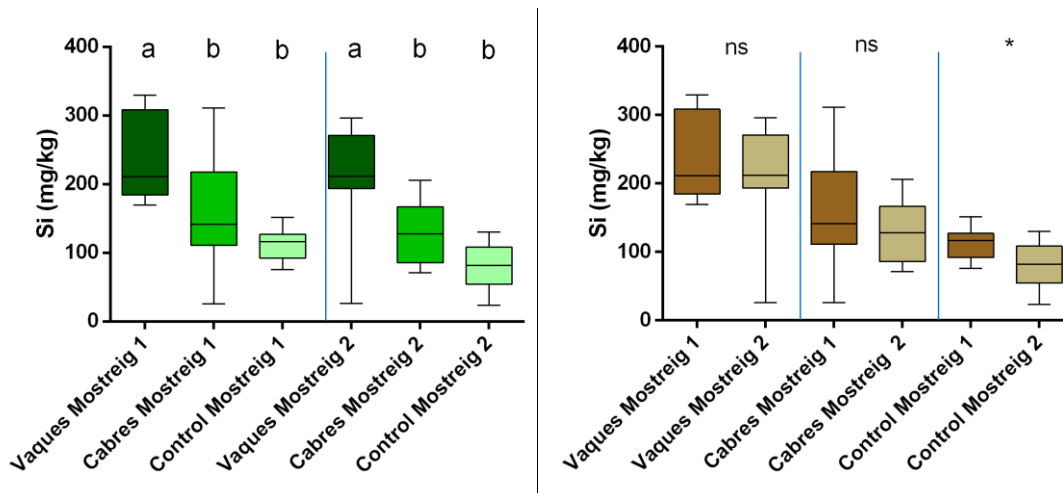


Figura 37. Comparació de Si

Un dels factors de major influència en les modificacions del sòl per efecte del foc, és l'aportació de cendres. Aquestes poden estar constituïdes per silici, (Raison, 1979; Giovannini et al., 1990) això explicaria perquè els valors con més propers a la data del incendi, major és la concentració, per altre banda. Les diferències entre una tipologia i una altra ve explicat a que una part de l'aportació del Silici va marcat per la vegetació, com ja hem explicat anteriorment, la silvopastura, provoca que hi ha mes quantitat i millor qualitat de vegetació (Carcamo, 2017).

Sofre

En la primera figura que s'estudia la tipologia de gestió, en el primer mostreig observem que en la concentració de Silici no hi ha canvis significatius. En el segon mostreig hi ha més canvis significatius, en la segona figura podem observar que no existeixen canvis significatius de temporalitat entre les mateixes parcel·les amb la mateixa silvopastura d'animals aplicada.

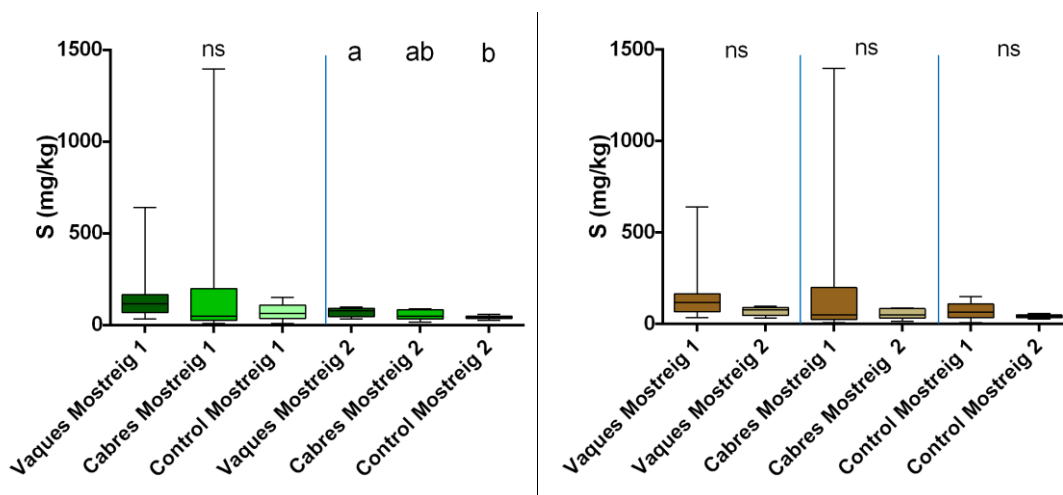


Figura 38. Comparació de S.

Com podeu veure, tot i que els resultats no van ser excoents per a l'extracció tant del Fe com en aquest cas del S, podem apuntar a una influència lleugerament beneficiosa amb el tractament de les parcel·les sobre la qualitat del sòl cremat, només cal tenir en compte que els resultats es farien més visibles amb el transcurs de més temps (Guénon, 2013).

C/N ratio

En el cas del radi entre Carboni i Nitrogen és similar al cas del Zinc, anteriorment esmentat, no s'observen canvis significatius ni en la tipologia de gestió ni temporals amb l'excepció en la segona figura, és a dir, la parcel·la de les cabres si que observa canvis significatius temporals el radi entre Carboni i Nitrogen.

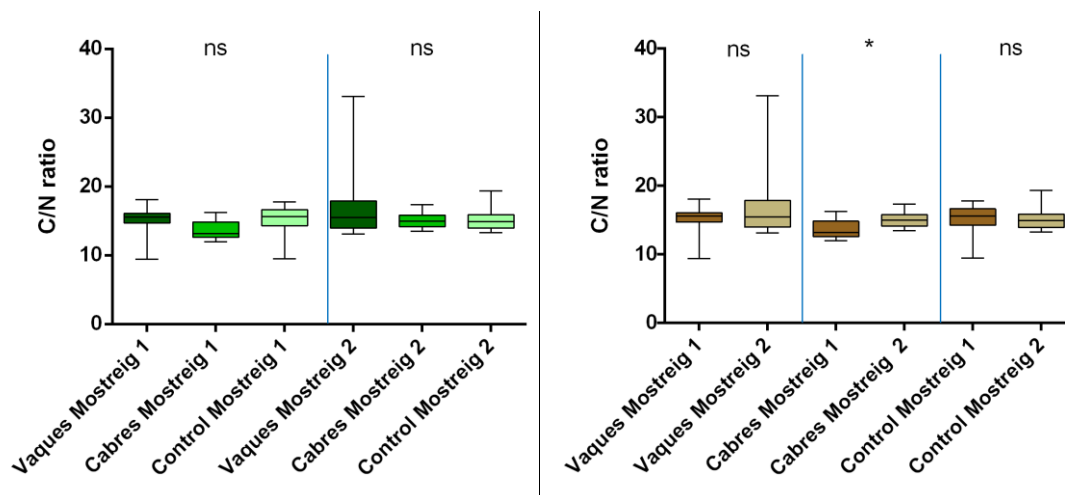


Figura 39. Comparació de C / N ràtio

Els primers valors en el primer mostreig segons [Slebodnik \(2017\)](#) han estat degudes als residus forestals, com podem veure en els resultats els valors són similars per tant, la crema ha estat d'elements similars, la retenció de nitrogen silvopastures segons [Gundersen et al., \(1998\)](#) també pot resultar parcial per la tipologia de ramat. Les cabres, segons [Acosta \(2016\)](#) es mengen està entorn el 4,93 a 32,23%, a l'alimentar-se bàsicament d'arbustos i de plantes de brots joves, el que provoca una caiguda de vegetació i al descompondre's provoca un augment del Carboni en el ratio C:N.

SPAR

En la primera figura, en els dos mostrejors, que corresponen al tipus de gestió, s'aprecien clares diferències sobretot en el cas de la parcel·la de les vaques que és significativament major respecte el de les cabres i el control. En la segona figura veiem que la parcel·la de les vaques l'SPAR en la parcel·la de les vaques no és significativa, no obstant, en les parcel·les del control és significatiu i en la de les cabres també és força significatiu.

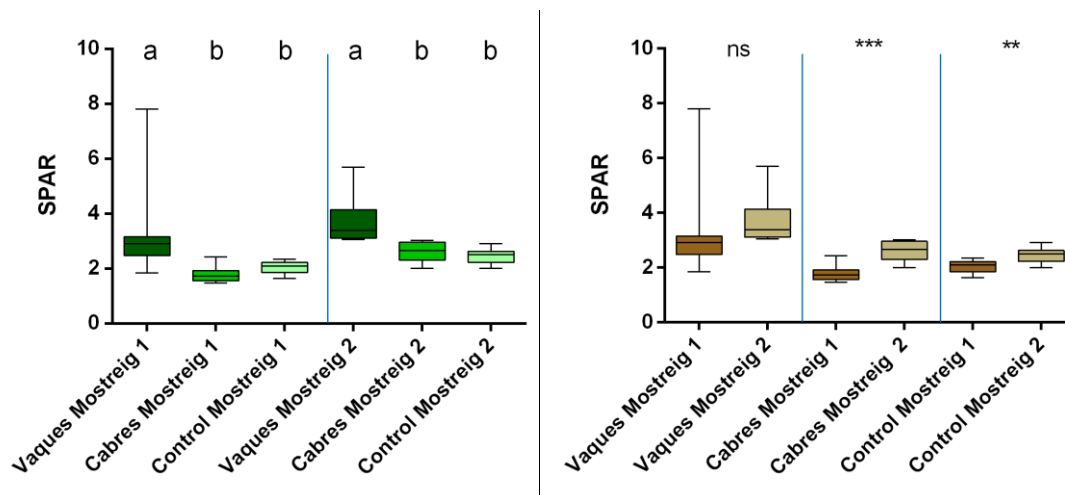


Figura 40. Comparació de SPAR.

L'SPAR, ens diu la relació d'absorció de Sodi determinada a partir dels cations en solució, aquesta relació va molt marcada per la conductivitat elèctrica del sòl, segons Sarah (2014) tenim una taula de valors que determina l'estat del sòl: C.E= mS/cm.

SPAR	Conductivitat elèctrica		
	No hi ha problema	Lleuger problema	Greu problema
0-3	> 0,9	0,9-0,2	< 0,2
3-6	> 1,3	1,3-0,25	< 0,25
6-12	> 2,0	2,0-0,35	< 0,35
12-20	> 3,1	3,1-0,9	< 0,90
>20	> 5,6	5,6-1,8	< 1,8

Els resultats no són problemàtics, no obstant, els canvis significatius segons Francos (2018a) hi ha una disminució de la relació de l'SPAR pel motiu de l'incendi forestal, l'augment dels valors d'SPAR va marcat per la silvopastura tot i que les dinàmiques naturals d'absorció de cations són existents, el paper de la silvopastura exerceix com a accelerador (Guénon, 2013).

Ca:Al

En la primera figura que correspondria a la tipologia de gestió, podem veure que la relació Calci i Alumini en el primer mostreig de les diferents parcel·les no s'observen canvis significatius. En el segon mostreig podem observar com la parcel·la de les vaques és significativament més alta que la de les cabres que es troba en valors situats entre mig de la parcel·la de les vaques i del control, del qual el control, la relació és significativament més baixa. En la segona podem veure que no hi ha canvis significatius temporals en el transcurs de l'any en la parcel·la de les cabres i del control, no obstant, en la de les vaques el segon any augmenta significativament aquesta relació entre Calci i Alumini.

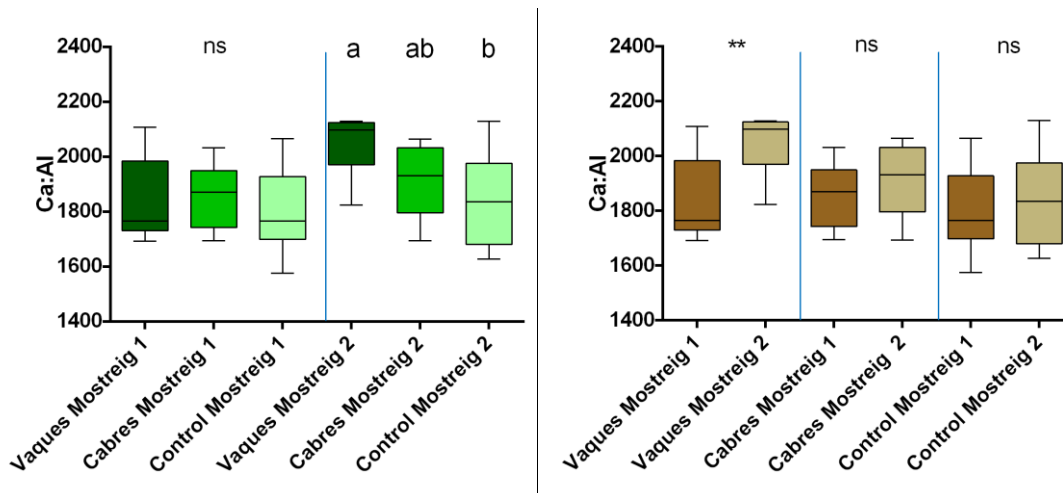


Figura 41. Comparació de Ca:Al

La relació que s'estableix en la majoria dels casos no és significativa en la temporalitat com apunta [Guénon \(2013\)](#), ja que els valors de Calci és mantenen similars i els d'Alumini en general no són canvis significatius. En la tipologia si que s'observen alguns canvis en el segon mostreig. El cas de les vaques el calci segueix sent poc significatiu, no obstant, la parcel·la de les vaques si que temporalment fa baixar els valors significativament, per això la relació temporal en la parcel·la de les vaques és significativa, per tant són les vaques les que més estan afectant en aquesta relació ([Santana, 1999](#)).

Ca:Mg

En la primera figura que correspondria a la tipologia de gestió, podem veure que la relació Calci i Magnesi en el primer mostreig de les diferents parcel·les, no s'observen canvis significatius. En el segon mostreig podem observar com la parcel·la de les cabres és significativament més alta que la de les vaques i la del control, que aquestes tenen valors similars. En la segona podem veure que no hi ha canvis significatius temporals en el transcurs de l'any en la parcel·la de les vaques, de les cabres i del control.

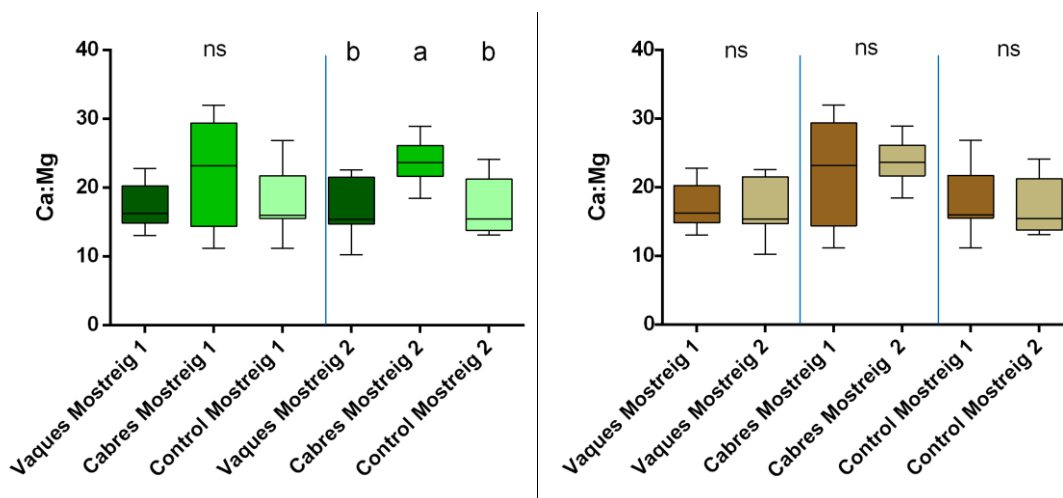


Figura 42. Comparació de Ca:Mg

La relació que s'estableix en la majoria dels casos temporals no és significativa com apunta [Guénon \(2013\)](#), ja que els valors de Calci es mantenen similars, varien això sí en la tipologia de silvopastura. El magnesi per la seva part temporalment no mostra canvis, només mostra canvis en el segon mostreig en la tipologia de silvopastura, per tant, la seva relació només és significativa en el segon mostreig de tipologia de silvopasturatge, per tant, és la tipologia de ramat la més significativa en la relació de Calci i Alumini ([Lucrezia, 2014](#)).

6. Conclusions

Pel que fa als diferents tractaments, o sigui vaques, cabres i la seva comparació amb el control podem dir que:

- a) S'han trobat canvis significatius pel maneig silvopastural en el primer mostreig en l'estabilitat d'agregats i l'Alumini.
- b) Hi ha canvis significatius en el segon mostreig en el pH, el Magnesi, en el Sofre i en les relacions tant Calci i Alumini com Calci i Magnesi.
- c) Les propietats del sòl que han mostrat canvis significatius en el primer i en el segon mostreig han sigut l'Hidrofobicitat, el Nitrogen total, el Carboni Inorgànic, la matèria orgànica, la conductivitat elèctrica, el Calci, el Sodi, el Potassi, el Manganès, el Silici i l'SPAR.
- d) Per últim el Ferro, el Zinc i la relació Carboni i Nitrogen són les propietats que no han patit canvi en la tipologia de maneig silvopastural en cap dels mostrejos.

Pel que fa a la temporalitat en cada una de les diferents parcel·les podem dir que:

- a) S'han pogut apreciar canvis temporals en les propietats del sòl en la parcel·la que silvopasturen les vaques en l'Hidrofobicitat, en la conductivitat elèctrica, en el Sodi, l'Alumini i la relació Calci i Alumini, en canvi no s'han vist canvis en l'estabilitat d'agregats, Nitrogen total, Carboni inorgànic, matèria orgànica, pH, Calci, Magnesi, Potassi, Manganès, Ferro, Zinc, Silici, Sofre, la relació Carboni i Nitrogen, l'SPAR i la relació Calci i Magnesi.
- b) S'han pogut apreciar canvis temporals en les propietats del sòl en la parcel·la que silvopasturen les cabres en l'estabilitat d'agregats, Carboni inorgànic, en la conductivitat elèctrica, el Sodi, relació Carboni i Nitrogen i l'SPAR, en canvi no s'han vist canvis en l'Hidrofobicitat, Nitrogen total, matèria orgànica, pH, Calci, Magnesi, Potassi, Manganès, Ferro, Zinc, Silici, Sofre, l'Alumini i la relació Calci i Alumini, la relació Calci i el Magnesi.
- c) S'han pogut apreciar canvis temporals en les propietats del sòl en la parcel·la que no hi silvopasturen i que per tant, servia com control, en el Sodi, Silici i l'SPAR i, en canvi no s'han vist canvis en l'Hidrofobicitat, Nitrogen total, matèria orgànica, pH, Calci, Magnesi, Potassi, Manganès, Ferro, Zinc, Sofre, l'Alumini i la relació Calci i Alumini, i la relació Calci i Magnesi, l'estabilitat d'agregats, Carboni inorgànic, la conductivitat elèctrica i la relació Carboni i Nitrogen.

Com apunt final podem concloure que la introducció de diferents tipus de bestiar en aquestes zones cremades estudiades no altera negativament les propietats del sòl. En cap de les parcel·les hi ha una manca important d'elements en el sòl, com tampoc en la seva estabilitat estructural.

7. Referències Bibliogràfiques

- Ajuntament d'Òdena, Protecció civil, municipi d'Òdena, Manual Infocat Òdena homologació pública (28/10/2012) Manual d'actuació per a Incendis Forestals (17/04/2018)https://issuu.com/ajodena/docs/manual_infocat__dena_homologaci__08_08_2012_p_blic
- Amézquita, E., Idupulapati M., Rao, M.R., Irlanda I. Corrales, J., Bernal, H. 2013. Sistemas agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. 288 p. -- (Documento de Trabajo CIAT No. 223) ISBN 978-958-694-117-4
- Basora, X., Societat Catalana de d'Ordenació del territori. Parc natural de la muntanya de Montserrat, ampliació Actualitzat a 31/12/2008 [15/2/2018] http://territori.scot.cat/cat/notices/parc_natural_de_la_muntanya_de_montserrat_a_mpliaciO_2007_287.php
- Benintende, M. C., De Battista, J. J., Benintende, S. M., Saluzzio, M. F., Muller, C., Sterren M. A. 2008. Soil Nitrogen Supply Estimation for Rational Fertilization. PID UNER Nº 2058.
- Boada, M., Puig, J., Barriocanal, C. 2013. The Effects of Isolation and Natural Park Coverage for landrace In situ Conservation: An Approach from the Montseny Mountains (NE Spain). Sustainability 5, 654-663.
- Camia, A., Amatulli, G., San-Miguel-Ayanz, J. 2018. Past and future trends of forest fire danger in Europe. EUR 23427 EN ISSN 1018-5593
- Casals, P., Baiges, T., Bota, G., Chocarro, C., de Bello, Fanlo, F. R., Sebastià, M. T., Taull, M. 2013. Silvopastoral Systems in the Northeastern Iberian Peninsula: A Multifunctional Perspective. Agroforestry in Europe pp 161-181
- Castañeda-Álvarez, N.P., Álvarez, F., Arango, J., Chanchy, L., García, G.F., Sánchez, V., Solarte, A., Sotelo, M., Zapata, C. 2016. Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH; Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 84 p.
- Comissió Europea, Diputació de Barcelona, Generalitat de Catalunya, Associació de propietaris d'entorns de Montserrat Fundació Catalunya la Pedrera. Life Montserrat 10 de Juliol del 2014 [15/2/2018; 7/5/2018] <http://lifemontserrat.eu/>
- Comissió Europea, Diputació de Barcelona, Generalitat de Catalunya, Associació de propietaris d'entorns de Montserrat Fundació Catalunya la Pedrera. LIFE MONTERRAT Pla de gestió silvopastoral integrada. Una eina innovadora per preservar la biodiversitat i prevenir els incendis forestals. [17/04/2018] PDF: http://lifemontserrat.eu/wp-content/uploads/2015/10/Presentaci%C3%B3_LIFE_MONTERRAT.pdf.
- Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M., Kraus, D. 2011. La Prevenció dels Grans Incendis Forestals adaptada a l'Incendi Tipus. 89 pp.

- De Chantal, M., Kuuluvainen, T., Lindberg, H., Vanha-Majamaa, I. 2007. Early regeneration of *Populus tremula* from seed after forest restoration with fire Scandinavian Journal of Forest Research, Volume 20, 2005 - Issue sup6
- de la Torre, A. 2004. La degradación de tierras por salinidad en la región desértica de la costa Peruana. Ministerio de Agricultura, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Intendencia de Recursos Hídricos.
- DeBano, L. F., Eberlein, G. E., Dunn, P. H.. 1979. Effects of Burning on Chaparral Soils: I. Soil Nitrogen1. Soil Sci. Soc. Am. J. 43:504-509. doi:10.2136/sssaj1979.03615995004300030015x
- Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya (2016) Dades estadístiques d'incendis forestals. {17/04/2018} http://interior.gencat.cat/ca/arees_dactuacio/bombers/foc-forestal/analisi-i-seguiment-de-la-situacio-dincendis-forestals/estadistiques-dincendis-forestals/
- Droogers, P., Bouma, J. 1997. Soil Survey Input in Exploratory Modeling of Sustainable Soil Management Practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 61:1704-1710. doi:10.2136/sssaj1997.03615995006100060023x
- Ecovive: Artículos, noticias y tips sobre ecología, (22 d'Octubre, 2016). Causas de los Incendios Forestales. (16/04/2018) <http://ecovive.com/causas-de-los-incendios-forestales/>
- Feijoo, J. Guia de buenas prácticas en la prevención de incendios forestales para propietarios de montes, silvicultores y trabajadores forestales Asociación Profesional de Silvicultores de Galicia (SILVANUS) Asociación Sectorial Forestal Galega (ASEFOGA) Autor: Equipo técnico de SILVANUS y ASEFOGA
- Francos, M., Pereira, P., Alcañiz, M., Úbeda, X. (2018a). Post-wildfire management effects on short-term evolution of soil properties (Catalonia, Spain, SW-Europe). Sci Total Environ 633: 285-292.
- Francos, M., Pereira, P., Mataix-Solera, J., Arcenegui, V., Alcañiz, M., Úbeda, X. (2018b). How clear-cutting affects fire severity and soil properties in a Mediterranean ecosystem. J Environ Manage 206: 625-632.
- Fundació Catalunya La Pedrera. (28/7/2015) Projecte Life Montserrat, Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=uOxvt4GKn7Q>
- García-Orenes, F., Arcenegui, V., Cherenková, K., Mataix-Solera, J., Moltó, J., Jara-Navarro, A.B., Torres, M.P. 2017. Effects of salvage logging on soil properties and vegetation recovery in a fire-affected Mediterranean forest: A two year monitoring research. Sci Total Environ 586: 1057-1065.

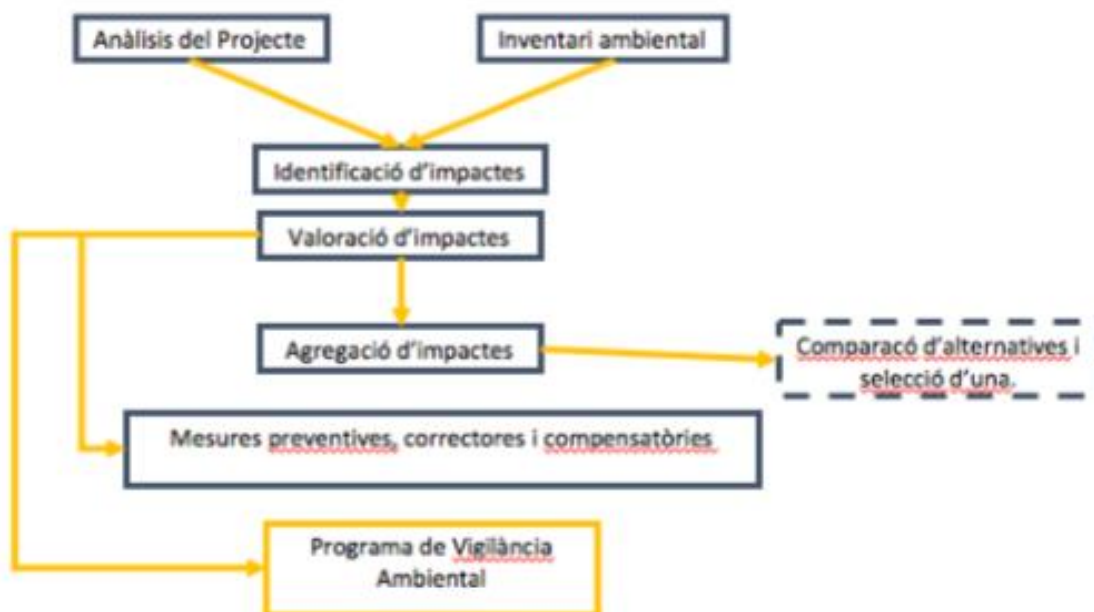
- Gómez, N, Notícies 3/24 (31/10/2016). El temps de la A a la Z: incendis a Catalunya. (17/04/2018) <http://www.ccma.cat/324/el-temps-de-la-a-a-la-z-incendis-a-catalunya/noticia/1812112/#>
- Gómez-Armisen, N., Úbeda, X. 2015. Wildfires in Spain: Causes, evolution and effects. In: Wildland Fires: A worldwide reality (Bento and Vieira; eds). Nova Publishers. 127-140.
- Gonzàlez, D. (26/7/2015). Nació Digital: L'incendi forestal d'Òdena, fora de control, afecta mil hectàrees. {17/04/2018} <https://www.naciodigital.cat/noticia/91586/incendi/forestal/odena/fora/control/afecta/mil/hectarees> o versió PDF: <s://www.naciodigital.cat/generapdf.php?id=91586>.
- Guénon, R., Vennetier, M., Dupuy, N., Roussos, S., Pailler, A., Gros, R. 2013. Trends in recovery of mediterranean soil chemical properties and microbial activities after infrequent and frequent wildfires. Volume24, Issue2. Pages 115-128
- Hedley, M. J., Stewart, J. W. B., Chauhan, B. S. 1982. Changes in Inorganic and Organic Soil Phosphorus Fractions Induced by Cultivation Practices and by Laboratory Incubations1. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:970-976. doi:10.2136/sssaj1982.03615995004600050017x
- Hernández, T., García, C., Reinhardt, I. 1997. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils. Volume 25, Issue 2, pp 109–116
- Howlett, D. S., Mosquera-Losada, M. R., Nair, P.K. R., Nair, V. D., Rigueiro-Rodríguez, A. 2011. Soil Carbon Storage in Silvopastoral Systems and a Treeless Pasture in Northwestern Spain.. J. Environ. Qual. 40:825-832. doi:10.2134/jeq2010.0145
- Klopfenstein, S., Ned, B., Rietveld, W. J., Carman, R., Clason, C., Terry, Sharrow, R., Steven H., Garrett, G., Anderson, B. 1997. Silvopasture: An Agroforestry Practice Agroforestry Notes (USDA-NAC). 6.
- Kloster, N., Perez, M., Bono A. 2016. Análisis del carbono total, orgánico e inorgánico en suelos de la región semiárida pampeana Argentina. vol.34.
- Lazava, L.M., De Celis, R., Jordan, A. 2014. How wildfires affect soil properties. A brief review. P311-331. ISSN 0211-6820
- Lucrezia, C.V., Vallejob, C.R., Ritsemaa, J., Violette, G. 2014. Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. Volume 139, Pages 47-58
- Mataix-Solera, J., Doerr, S.H. 2004. Hydrophobicity and aggregate stability in calcareous topsoils from fire-affected pine forests in southeastern Spain. Volume 118, Issues 1–2.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)–. Estadística de Incendios Forestales (17/04/2018) www.magrama.gob.es
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Defensa Contra Incendios Forestales (17/04/2018) www.magrama.gob.es

- Mlinsek, D., Cimerman, 2012. La silvicultura es basa en la biodiversitat., N Eds. International biodiversity seminar ECCO XIV. Gozd artuljek, Slovenia
- Mosquera, M.R., Fernández, E., Rigueiro, A. 2006. Pasture, tree and soil evolution in silvopastoral systems of Atlantic Europe. Volume 232, Issues 1–3, Pages 135-145
- NASA official Paul Przyborski Charles Ichoku. The Earth Observatory is part of the EOS Project Science Office located at NASA Goddard Space Flight Center, (17/04/2018) https://earthobservatory.nasa.gov/GlobalMaps/view.php?d1=MOD14A1_M_FIR
- Nyakatawa, E.Z., Mays, D.A., Naka, K. 2012. Carbon, nitrogen, and phosphorus dynamics in a loblolly pine-goat silvopasture system in the Southeast USA. Springer Netherlands. Print ISSN0167-4366
- Pereira P, Oliva, M., Cerda, A. 2016. Fire impacts on European Boreal soils: A review. Mykolas Romeris University , Lithuania. Vol. 18, EGU2016-15644
- Pereira, P., Cerdà, A., Jordán, A., Bolutiene, V., Úbeda, X., Pranskevicius, M., Mataix-Solera, J. 2013. Spatio-temporal vegetation recuperation after a grassland fire in Lithuania, *Procedia Environmental Sciences*, 19:856-864
- Plana, E., Font, M.; Serra, M.; Borràs, M.; Vilalta, O. 2016. El foc i els incendis forestals al mediterrani; la història d'una relació entre boscos i societat. Cinc mites i realitats per saber-ne més. Projecte eFIREcom. Edicions CTFC. 36pp: http://efirecom.ctfc.cat/docs/revistaefirecom_ca.pdf
- Ramachandran, P. K., Nair, R., Tonucci, G., Rasmø, G. V., Nair, D. 2011. Silvopasture and Carbon Sequestration with Special Reference to the Brazilian Savanna. *Carbon Sequestration Potential of Agroforestry Systems* pp 145-162
- Rivera, M., Amézquita E., Rao, I. M., Corrales I.I., Chávez, L. F. 2013. Establecimiento de sistemas agropastoriles y su efecto en el rendimiento de cultivos en suelos ácidos de sabanes. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia ; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica),
- Saara, L., De Chantal, M. , Kuuluvainen, T., Vanha-Majamaal, I., Puttonen, P., 2007. Restoring natural characteristics in managed Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] stands with partial cutting, dead wood creation and fire: immediate treatment effects. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Volume 20, 2005 - Issue sup6
- Santana, M., Valencia, J. C., Díaz, A. 1999. Evaluació de tres sistemes silvopastorals en el baix Cauca, Antioqueno, Corpoica-Caucasia, Antioquia, universitat nacional de Colombia, Medellín, Pronatta
- Sarah, E., Yadira, I., Corsetti, F.A, Greene, D., Bottjer J. 2014. Microfacies of the cotham marble: a tubestone carbonate microbiliate the upper triassic southwestern U.K. *Palaios* 29 (1): 1–15.
- Six, J., Callewaert, P., Lenders S., De Gryze, S., Morris, S.J., Gregorich, E.G., Paul, E.A., Paustian K. 2002. Measuring and Understanding Carbon Storage in Afforested Soils by Physical Fractionation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66:1981-1987. doi:10.2136/sssaj2002.1981

- Six, J., Paustian, K., Elliott, E.T., Combrink, C., 2000. Soil Structure and Organic Matter I. Distribution of Aggregate-Size Classes and Aggregate-Associated Carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64:681-689. doi:10.2136/sssaj2000.642681x
- Slobodnik, K.A. 2017. Effects of Silvopasture Establishment on Aqueous and Gaseous Soil N Losses at the University of New Hampshire Organic Dairy Research Farm. Honors Theses and Capstones. 320.
- Staley T.E., James P., Neel S., Gonzalez J. 2008. Conversion of deciduous forest to silvopasture produces soil properties indicative of rapid transition to improved pasture. *Agroforestry Systems*
- Steven, H., Sharrow, M., 2007. Soil compaction by grazing livestock in silvopastures as evidenced by changes in soil physical properties. Volume 71, Issue 3, pp 215–223
- Tendencias21: REVISTA ELECTRÓNICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y CULTURA. ISSN 2174-6850/ 30 años divulgando conocimiento desde 1988 (25/10/2017). Escalada de los incendios forestales en todo el mundo. https://www.tendencias21.net/Escalada-de-los-incendios-forestales-en-todo-el-mundo_a44223.html
- Terefe T, Mariscal-Sancho, I., Peregrina, F., Espejo, R.2008. Influence of heating on various properties of six Mediterranean soils. A laboratory study. Volume 143, Issues 3–4, Pages 273-280
- Úbeda, X., Outeiro, R.L., Sala, M. 2006. Vegetation regrowth after a forest fires of varying intensity in a Mediterranean environment. *Land Degradation & Development* 17: 429 - 440.
- Úbeda, X., Sala, M., Imeson, A. 1990. Variaciones en la estabilidad y consistencia de un suelo forestal antes y después de ser sometido a un incendio. *Actas de la I Reunión Nacional de Geomorfología*. Teruel, pp. 677-685.
- Walter, M. 2009. Análisis de los sistemas de certificación de gestión forestal FSC y PEFC usando la Forest Certification Assessment Guide (FCAG).. Traducido al español por WWF España.

8. Annexos

Annex 1: anàlisi del projecte Montserrat life. Font: Elaboració pròpia a través de gencat.cat



Annex 2: Font: Elaboració pròpia a través de les accions de la pàgina del Montserrat Life

