



Universitat
de les Illes Balears

TREBALL FI DE GRAU

EL PAPER D'*Ampelodesmos mauritanicus* EN L'EROSIÓ DELS SÒLS DE L'ALTA I MITJA MUNTANYA DE MALLORCA

Miquel Fuster Rullan

Grau de Biología

Facultat de Ciències

Any Acadèmic 2021-22

EL PAPER D'*Ampelodesmos mauritanicus* EN L'EROSIÓ DELS SÒLS DE L'ALTA I MITJA MUNTANYA DE MALLORCA

Miquel Fuster Rullan

Treball de Fi de Grau

Facultat de Ciències

Universitat de les Illes Balears

Any Acadèmc 2021-22

Paraules clau del treball;

Ampelodesmos mauritanicus, bioprotecció, escolament, foc pastoral, simulació de pluja

Nom Tutor/Tutora del Treball: Lluís Gómez-Pujol

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Index.

1. Resum.	6
2. Introducció.	8
3. Àrea d'estudi.	12
4. Materials i mètodes.	14
4.1. Mètodes de camp.	14
4.1.1. Caracterització de les zones d'estudi.	14
4.1.2. Simulació de pluja.	14
4.2. Metodologia de laboratori.	17
4.2.1. Caracterització dels sòls.	17
4.2.2. Anàlisi de les mostres de les simulacions de pluja.	19
4.3. Anàlisi estadística.	20
5. Resultats.	21
5.1. Descripció de les zones d'estudi.	21
5.1.1. Inventari florístic i presència de fauna.	21
5.1.2. Característiques i abundància d' <i>A. mauritanicus</i> .	21
5.1.3. Perfil del sòl.	22
5.2. Caracterització dels sòls.	23
5.2.1. Resultats de múltiples paràmetres.	23
5.2.2. Granulometria.	24
5.2.3. Difracció de raigs X.	25
5.3. Simulació de pluja.	25
5.3.1. Volum de descàrrega.	25
5.3.2. Taxa de producció de sediments (erosió).	27
6. Discussió.	29
7. Conclusió.	33
8. Bibliografia.	33
9. Annex	38

1. Resum.

Ampelodesmos mauritanicus és una herbàcia que cobreix grans extensions de l'alta i mitja muntanya de Mallorca, pel que és un element clau del paisatge. Aquesta espècie desenvolupa diversos serveis ecosistèmics, destacant el seu ús com a aliment pel bestiar. Els incendis pastorals són una tipologia d'incendi comuna històricament relacionats amb aquest ús dels carritxars, perquè permeten la formació de fulles tendres, que són més beneficioses i de fàcil consum per al bestiar. Per altra banda, no existeix gaire coneixement sobre el paper d'*A. mauritanicus* respecte de l'escolament i l'erosió de sòl. Amb l'objectiu de determinar la seva influència en aquests processos, s'han realitzat diverses simulacions de pluja a tres localitats de la muntanya mallorquina, comparant àrees recobertes amb carritx i àrees sense vegetació però amb els mateixos condicionants de pendent i tipus de sòl. Els resultats de l'experiment han demostrat el paper bioprotector d'*A. mauritanicus*, ja que les parcel·les experimentals amb presència d'aquesta herbàcia presenten una menor taxa d'escolament i de producció de sediment (460,38 ml i 5,10 g/l respectivament) en comparació amb les simulacions sobre sòl nuu (1492,75 ml i 9,15 g/l respectivament). Per tant, s'estima la bioprotecció d'*A. mauritanicus* front a l'erosió dels sòls en un 18% respecte dels sòls nusos.

Resumen.

Ampelodesmos mauritanicus es una herbácea que cubre grandes extensiones de la alta y media montaña de Mallorca, siendo un elemento clave del paisaje. Esta especie presenta múltiples servicios ecosistémicos, destacando su uso como pasto para el ganado. Los incendios pastorales son una actividad común relacionada con este uso, porque permiten la formación de brotes tiernos, que son más beneficiosos y de fácil consumo para el ganado. Por otro lado, hay una carencia de conocimientos sobre el papel de *A. mauritanicus* respecto de la escorrentía y la erosión del suelo. Con el objetivo de determinar su influencia en estos dos procesos, se han realizado varias simulaciones de lluvia en tres localidades de la montaña mallorquina, comparando áreas cubiertas con carrizo y áreas sin este tipo de vegetación pero con las mismas características de pendiente y tipo de suelo. Los resultados del experimento han demostrado el papel bioprotector de *A. mauritanicus*, ya que las parcelas experimentales con una cubierta de carrizo presentan una menor tasa de escorrentía y de producción de sedimento (460,38 ml i 5,10 g/l respectivament) en comparació con las simulaciones sobre suelo desnudo (1492,75 ml i 9,15 g/l respectivament). Por lo tanto, se estima la bioprotección d'*A. mauritanicus* frente a la erosión del suelo desnudo en un 18%.

Abstract.

Ampelodesmos mauritanicus is a herb that covers large areas of the high and middle mountain of Majorca. It is a key element of the landscape and exerts various ecosystem services. Among them, one of the most important is its use as a food for the cattle. The pastoral fires are a typical activity related to the use of this vegetal formation, because they allow the formation of tender leaves, which are more beneficial and easy to graze for the cattle. On the other hand, there is a lack of knowledge about the role of *A. mauritanicus* in runoff and soil erosion. We have developed different rainfall simulations, comparing covered areas by *A. mauritanicus* with areas without vegetation, in order to address the bioprotective role of *A. mauritanicus*. The results of the experiment show that experimental land plots covered by *A. mauritanicus* exhibit lower runoff and soil erosion values (460,38 ml and 5,10 g/l respectively) than those uncovered by this herb (1492,75 ml and 9,15 g/l respectively). Therefore, *A. mauritanicus* soil erosion bioprotection can attend for a 18%.

2. Introducció.

El sòl és un element clau dels ecosistemes ja que juga un paper fonamental en gran quantitat de processos. Diferents autors han tractat de definir allò que és un sòl, des de la senzillesa de CEC (2006), que el descriu com “la capa superficial de la terra que serveix pel creixement de les plantes”, fins a la complexitat de Bouma (2012), que tracta al sòl com el “sistema dinàmic multifuncional resultat de les interaccions de factors biòtics i abiòtics sobre un material parental amb la capacitat d’oferir béns i serveis”.

Històricament, el principal servei ecosistèmic del sòl ha consistit en esser el suport de l’agricultura. La producció agrícola ha estat indispensable pel desenvolupament humà, provocant que gran part del coneixement i gestió del sòl persegueixi la maximització de la producció agrícola (Hartemink i McBratney, 2008). No fou fins a mitjan del segle XX, en paral·lel a la conscienciació climàtica, que la comunitat científica incrementà la investigació en el paper del sòl en altres processos (Tinker, 1985; Bridges i Catizzone, 1996). Actualment, es reconeix un nombre elevat de funcions i serveis que ofereix el sòl, destacant la producció energètica i alimentària, però també el paper que juga en la regulació climàtica, el seu paper com a embornal de carboni, o la participació en diversos cicles d’elements i l’ús com a suport físic i hàbitat de diferents espècies (Trujillo-González et al., 2018).

L’explotació descontrolada del sòl o l’alteració de la vegetació que el protegia i permetia el desenvolupament dels seus serveis ecosistèmics ha resultat en un increment en l’erosió i pèrdua de sòl. La influència antròpica ha accelerat la taxa de destrucció del sòl, provocant un desacoblament respecte de les velocitats de formació. Per generar un centímetre de sòl calen centenars / milers d’anys, pel que actualment aquest, es considera com a un recurs no renovable a escala de temps humana (García-Ruiz i López, 2009). Existeix un consens a la comunitat científica respecte que la gestió del sòl és un dels principals problemes ecològics actuals i, per tant, l’elaboració de protocols per disminuir la taxa d’erosió és indispensable per assegurar-ne la viabilitat a mig i llarg termini (Bermúdez, 2002).

Són molts els factors que influeixen o condicionen les taxes d’erosió del sòl, ja sigui positiva o negativament. Alguns exemples són la litologia, els usos del sòl, el règim d’incendis, l’orografia, l’estacionalitat o variabilitat dels clima i els seus elements i, molt especialment, la distribució espacio-temporal de les precipitacions (García-Ruiz i López., 2009). Tot i així, d’entre tots els factors que afecten a l’erosió del sòl, la vegetació és la de major influència. La presència de flora disminueix l’erosió, afavorint la protecció del sòl. Cal destacar, que cada tipus de vegetació influeix de manera distinta en l’erosió, i paràmetres com el LAI (*Leaf Area*

Index), la mida poblacional o les necessitats hídriques, entre d'altres, resulten de gran importància per determinar el grau d'intercepció de la pluja i de bioprotecció del sòl (García-Ruiz i López, 2009).

Encara que la vegetació facilita la conservació del sòl per múltiples motius, a continuació s'esmenten els més rellevants. Primer, la vegetació intercepta les gotes de pluja, frenant l'impacte de la gota d'aigua amb el sòl i disminuint l'energia cinètica (García-Ruiz i López, 2009). A més a més, la planta també capta una certa porció d'aquesta aigua, disminuint la quantitat d'aigua lliure i, per tant, l'erosió provocada per l'escolament (García-Ruiz i López, 2009). Cal destacar, que la flora crea rugositat a la superfície del sòl, disminuint la velocitat del flux d'aigua superficial i la taxa erosiva (García-Ruiz i López, 2009). Per altra banda, la presència de flora augmenta la quantitat de matèria orgànica disponible al sòl i n'incrementa tant la qualitat com la taxa d'infiltració (García-Ruiz i López, 2009).

Així doncs, aquest estudi aborda el paper de l'*Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) T. Durand et Schinz en l'erosió dels sòls de l'alta i mitja muntanya de Mallorca. *A. mauritanicus* –el càrritx– és una herbàcia de la família *Poaceae* característica del paisatge mallorquí. Aquesta espècie és típica del Mediterrani, presentant una distribució mediterrània-occidental i és especialment abundant al nord d'Àfrica (Bourahli i Osmani, 2013). Diversos autors defensen que el càrritx procedeix d'Àfrica, i que és una espècie introduïda a les Balears. Tanmateix, ara per ara no és pot concloure aquest fet per la dificultat que suposa separar en els espectres palinològics els grans de pol·len de càrritx, d'altres tipus d'herbàcies (Dr. G. Servera, *pers. com.*). A la Península Ibèrica, *A. mauritanicus* és poc abundant i relativament estranya, essent present al sud-est ibèric i a Catalunya (Herbari Virtual del Mediterrani Occidental, 2019). Respecte a les Illes Balears, la seva distribució és més important. Apareix a totes les illes i és més abundant a la Serra de Tramuntana. Per altra banda, les seves característiques li permeten una àmplia distribució altitudinal, ocupant la majoria de vessants; des del nivell del mar fins a una alçada de 1.200 m, tot i que també apareix a major altitud (Corona et al., 2016). Per exemple, s'han trobat individus a 2.000 m sobre el nivell del mar a altres regions, i a Mallorca és comú a les zones que presenten una major alçada, com al Puig Major (Minissale, 1995).

A. mauritanicus és una espècie hemicriptòfita de caràcter perenne (Herbari Virtual del Mediterrani Occidental, 2019), metabolisme C₃ (Badalamenti et al., 2016) i amb una esperança de vida de 30 anys, encara que com apunta Mayol (2002) es creu que és molt superior perquè és difícil trobar individus morts per causes naturals. Morfològicament, els individus adults

presenten un port robust, amb un diàmetre que pot arribar al metre i una alçada variable (sense flors pot ser d'1 m, mentre que les panícules poden arribar als 2 - 3 m). Les arrels són de tipus fascicular, i dominen els horitzons més superficials del sòl (els primers 20 cm) (Vilà i Lloret, 2000). A més a més, el sistema d'arrels és extensiu, facilitant la capacitat invasora de l'espècie (Corona et al., 2016). Les fulles d'*A. mauritanicus* són simples, linears, coriàcies, aspres al tacte i amb vores denticulades. En relació a les dimensions foliars, presenten una amplada de 0,5 a 0,6 cm i una llargària de 80 a 100 cm (Mayol, 2002; Bourahli i Osmani, 2013; Chenah i Amrani, 2018).

En relació a la reproducció, *A. mauritanicus* presenta inflorescències de tipus panícula. Cada individu forma d'1 a 25 panícules, que es mantenen durant bona part de l'any encara que floreixen a la primavera (Bolòs et al., 1990). De la mateixa manera que la resta de gramínies, *A. mauritanicus* presenta una pol·linització anemòfila, el que permet una distribució de llavors homogènia. *A. mauritanicus* presenta una important variabilitat anual respecte la taxa de germinació i la producció de llavors. Les condicions ambientals determinen aquestes taxes i calen condicions òptimes per obtenir produccions elevades. En aquest sentit, segons l'estudi de Vilà i Lloret (2000), llargs períodes ocasionals de reproducció són més eficients que curts períodes regulars.

A. mauritanicus té preferència pels sòls drenants i habita normalment zones arenoses o pedregoses (Bourahli i Osmani, 2013). Respecte de les necessitats hídriques, admet períodes de sequera perllongada, encara que el seu creixement es veu afavorit per condicions moderadament humides, per bé que no tolera l'entollament del sòl (Bourahli i Osmani, 2013; Corona et al., 2016). Es caracteritza per ser una espècie heliòfila, és a dir, que requereix una elevada quantitat de llum per sobreviure. Per aquest motiu, cohabita amb individus de mida semblant o menor, evitant així la intercepció de la radiació incident. Les comunitats associades a *A. mauritanicus* són típiques d'ambients degradats, pel fet que les pertorbacions dificulten l'avenç de la successió ecològica i, per tant, el desenvolupament d'individus de port arbori (d'aquesta manera s'evita la intercepció de radiació incident). Exemples d'aquestes comunitats són els ullastrars i matars no arborescents (*Cneoro tricocci-Ceratonietum siliquae* i *Prasio- Oleetum sylvestris*) o la garriga baleàrica d'altura (*Smilaco balearicae-Ampelodesmetum mauritanicae*) (Vid. Bolòs, 1998)

Com s'ha comentat a l'anterior paràgraf, evitar la successió ecològica de la zona afavoreix la presència d'*A. mauritanicus* (evita la intercepció de radiació). Per aquest motiu, la realització de focs pastorals i altres pràctiques està relacionada amb l'abundància del càrritx, perquè

aturen la successió ecològica, eviten el desenvolupament d'individus de port arbori i afavoreixen el caràcter heliòfil del càrritx. Diversos estudis, com el de Vilà et al. (2001), demostren una relació positiva entre l'abundància d'*A. mauritanicus* i els incendis. Aquesta espècie presenta una baixa taxa de mortalitat i una elevada taxa de rebrot enfront el foc, recuperant-se més ràpidament que les espècies amb les que conviu. D'aquesta manera, després d'un incendi el càrritx evita l'exclusió competitiva i és capaç de colonitzar el medi, esdevenint l'espècie dominant. (Vilà et al., 2001).

Gràcies a les seves característiques, *A. mauritanicus* ofereix una gran quantitat de serveis ecosistèmics. Tradicionalment, l'home ha utilitzat el càrritx per a diverses funcions, tals com la fabricació de paper, l'ús com a aïllant tèrmic, l'elaboració de teulades per cabanes, etc. (Mayol, 2002). Actualment, també s'usa amb finalitats ornamentals i de jardineria (Mayol, 2002) i se n'està analitzant el seu potencial per a la fabricació de materials (Bourahli i Osmani, 2013; Sarasini et al., 2019) o la seva utilitat en estudis genètics (Mayol, 2002).

L'explotació més comuna del càrritx a la muntanya mallorquina és la ramadera. El bestiar de llana és capaç d'alimentar-se de fulles tendres d'*A. mauritanicus* que no superin els tres anys, mentre que el bestiar equí i boví es pot alimentar d'elles durant més temps (Mayol, 2002). Cal destacar, que aquest darrer tipus de bestiar ocasionalment colpeja la base del càrritx durant el seu desplaçament, matant a l'individu i permetent el rebrot i la formació de fulles tendres. La realització de focs pastorals ha estat una tècnica comú per millorar la qualitat de l'alimentació del bestiar, tot permetent la formació de moltes fulles de càrritx tendre (Mayol, 2002). El botànic Jacques Cambessédès ja va documentar la pràctica de focs pastorals a Mallorca (vid. Knoche, 1921) i es pensa que els ramaders l'han usat durant milers d'anys.

Els incendis constitueixen un dels principals factors d'erosió al Mediterrani, i més concretament a Espanya (García-Ruiz i López, 2009). Impliquen la desaparició abrupta de vegetació a l'àrea afectada, i deixa al sòl desprotegit durant un llarg període de temps. També hi ha altres factors que afavoreixen l'erosió després d'un incendi: (1) destrucció de Matèria Orgànica i efectes corresponents a l'estructura del sòl; (2) pèrdua de nutrients; i (3) acumulació de substàncies hidròfobes que dificulten la infiltració d'aigua i afavoreixen l'escolament (García-Ruiz i López, 2009). Per tant, la realització de focs pastorals posa en risc la conservació del sòl. De més a més, l'elaboració de plans de gestió és essencial per assegurar la viabilitat dels ecosistemes com el que ens ocupa. Per aquest motiu, la comunitat científica ha realitzat diversos estudis per aportar informació. La gran majoria d'ells es centren en la biodiversitat, la prevenció d'incendis, la ramaderia, etc. (Vilà et al., 2001; Mayol, 2002), però

no es troba literatura que abordi quantitativament la influència de la vegetació típica del paisatge mallorquí en l'erosió del sòl. Aquest estudi té per objectiu determinar la influència d'*A. mauritanicus* en l'erosió del sòl, amb la finalitat d'aportar més informació a l'hora d'elaborar nous plans de gestió, i així trobar l'equilibri entre el manteniment del sòl, la biodiversitat de la zona i l'ús del càrritx com a servei ecosistèmic.

3. Àrea d'estudi.

Les simulacions de pluja i quantificació d'escolament superficial s'han realitzat a la part central de la Serra de Tramuntana, a tres àrees representatives de l'alta i mitja muntanya de Mallorca, al voltant de cim del Puig Major de Son Torrella. Totes elles presenten carritxars ben desenvolupats i característics de la muntanya de Mallorca. Les zones d'estudi s'ubiquen als vessants del Morro de Cúber (CU) (31S 482546.653E; 4403913.256N) a 747 m d'altura s.n.m., als vessants meridionals del Puig de ses Vinyes, abocant cap el Gorg Blau (GB) (31S 482546.653E; 4403913.256N), a 610 m d'altura s.n.m., i entre Turixant i Ca els Reis, el pla del Funicular (FU) (31S 484080.639E 4408286.74N) a 694 m s.n.m (Fig. 1). La selecció d'aquestes àrees d'estudi s'ha basat en els següents criteris: (1) zona muntanyosa amb alçada superior als 500 m s.n.m., (2) presència d'*Ampelodesmos mauritanicus* i (3) fàcil accés per garantir el transport del dispositiu de simulació de pluja i el volum d'aigua necessari, així com realitzar un mostreig sense un excés de dificultat.

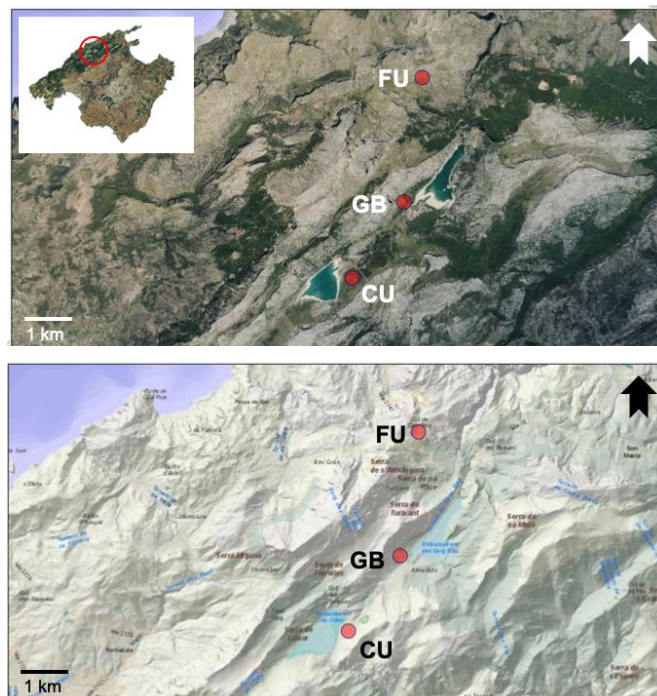


Figura 1. Localització de les zones d'estudi sobre l'ortofotografia del 2021 on se pot apreciar l'extensió dels carritxars (imatge superior) i el Mapa Base de la IDEI, on es pot apreciar el context fisiogràfic (imatge inferior). Font: Cartografia de la IDEIB (<https://ideib.caib.es>).

Les tres localitats, tot considerant la cartografia geològica del Mapa Geològic Simplificat de la Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears (IDEIB, 2018), recullen els principals contextos fisiogràfics i geològics on es troben els carritxars de major extensió per sobre dels 500 m s.n.m. Així la localitat CU es troba al peu de les penyes dels encavalcaments que defineixen l'alineació dels relleus del Morro de Cúber, Tossals Verds i Massanella. Es tracta d'afloraments de margocalcàries corresponents al dogger-malm, amb un sòl escassament desenvolupat i cobert per rossegueres a la part alta del vessant. La localitat de GB s'ubica al peu oriental de la Serra Turixant, sobre un depòsit de vessant que descansa sobre les mateixes margocalcàries del juràssic superior, però que aquest cop estan orientades a SE. Finalment la localitat des Funicular, coincideix amb uns costers en la transició entre les calcàries i carniòles del retià i les calcàries massives dels juràssic inferior, tot sovint recobertes per dipòsits col·luvials (Fig. 2).

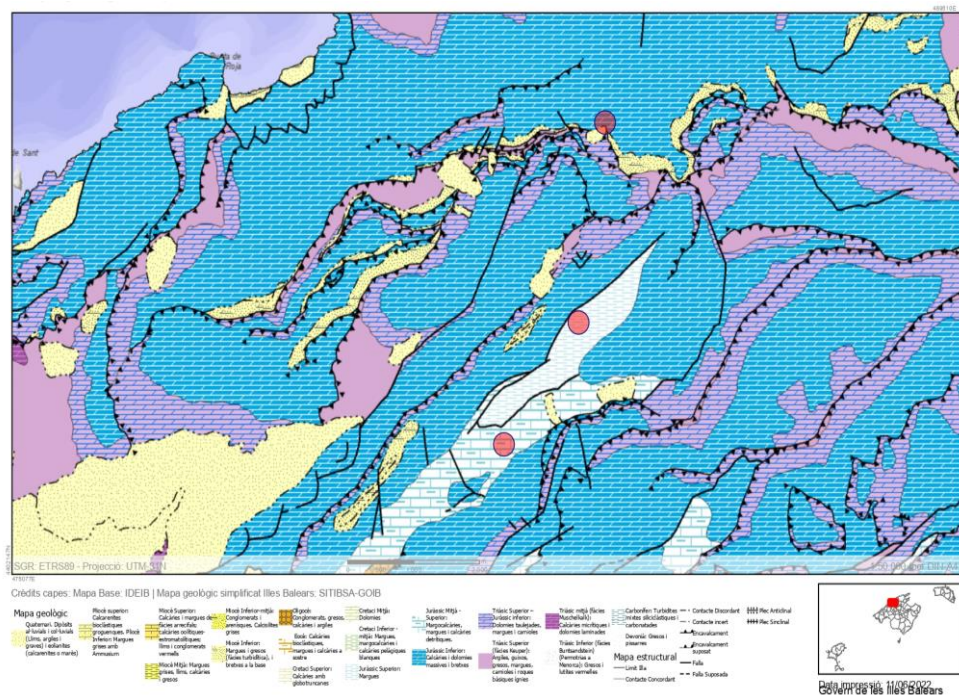


Figura 2. Mapa geològic i estructural simplificat de la zona d'estudi.

Font: Cartografia de la IDEIB (<https://ideib.caib.es>).

Pel que fa als aspectes climàtics, les zones d'estudi pertanyen a les zones més humides i més fredes de Mallorca. El diagrama ombrotèrmic d'Almallutx (vid. Guijarro, 1995) corresponent als registres de la riba sud del Gorg Blau, descriu precipitacions mensuals mitjanes superiors a 100 mm de setembre fins abril, i una precipitació anual acumulada de 1.402 mm. El període sec queda restringit als mesos de juliol i agost. Pel que fa a les temperatures la mitjana anual arriba als 16,5°C, mentre que els mesos freds està al voltant del 10°C i els càlids arriba a mitjanes mensuals per sobre dels 20°C.

Totes les zones de mostreig són àrees amb figures de protecció rellevants. Les tres localitats es troben al Paratge Natural Serra de Tramuntana i figuren a la Llei 1/91 de 30 de gener, d'Espais Naturals i de règim urbanístic de les àrees naturals d'especial protecció de les Illes Balears (LEN), en concret en la forma d'ANEI (Àrea Natural d'Especial Interès). La localitat de Cúber també presenta altres figures de protecció, com LIC i ZEPA adscrites a la Directiva Habitat i la Xarxa Natura 2000. Finalment, cal destacar que a una zona molt pròxima a la localitat d'estudi del Funicular –s'hi ha de passar per allà a la zona d'estudi– s'hi troba una àrea considerada Reserva Natural Especial (SITIBSA, 2018a i 2018b).

4. Materials i mètodes.

4.1. Mètodes de camp.

4.1.1. Caracterització de les zones d'estudi.

De cada localitat, s'ha realitzat una descripció basada en els següents paràmetres: presència de fauna, inventari florístic, grau de cobertura i densitat d'individus d'*A. mauritanicus*, així com la caracterització del sòl a partir d'una fossa pedològica. Del perfil s'ha determinat la potència del sol, el material sobre el que es desenvolupa (o la roca mare) i cada un dels horitzons. De cada horitzó es descriu la coloració, la textura, la presència de nòduls i arrels, i es retiren mostres per a la caracterització de la textura, color en sec, mineralogia, pH i conductivitat al laboratori.

4.1.2. Simulació de pluja.

Les simulacions de pluja són tècniques experimentals destinades a quantificar l'escolament i la producció de sediments associat a l'escolament sota condicions controlades. L'ús d'un simulador de pluja portàtil ofereix certs beneficis que difícilment es poden aconseguir a partir de la precipitació natural. Aquest mètode permet obtenir resultats de forma més eficient i estandarditzada, controlant paràmetres com la durada, la intensitat, la mida de la gota, etc. D'aquesta manera, tots els resultats s'obtenen sota les mateixes condicions, permetent una anàlisi posterior coherent (Cerdà et al., 1997).

4.1.2.1. Estructura del simulador de pluja portàtil.

El disseny emprat a l'experiment (Fig. 3) ha replicat el prototip de Cerdà et al. (1997). Aquest és un model millorat del disseny de Calvo et al. (1988) i porta més de dues dècades emprant-se amb bons resultats (Cerdà, 1998; Rodrigo-Comino et al., 2020). El seu disseny estructural permet a l'investigador treballar a àrees remotes amb pendents pronunciades (Cerdà et al., 1997). Cal destacar, que l'estructura es pot dividir en diverses parts (sistema de bombeig i dispersió d'aigua, estructura de sosteniment, elements de recollida de mostres i protector de vent).

El sistema de bombeig i dispersió d'aigua és la part més delicada del disseny. Primerament, l'aigua surt d'una bomba (un polvoritzador Matabi de 16 L, amb maneta de pressió), es transporta a través d'una màniga i arriba a un tub que descansa sobre un marc quadrat que es troba a 2 m de la superfície del sòl a caracteritzar. Aquest tub conté un manòmetre de pressió, un difusor d'aigua a la part central (per on sortirà l'aigua de la simulació en forma de pluja) i una clau de pas lateral usada per abocar l'aigua que queda retinguda al sistema al finalitzar la simulació. La propulsió del dipòsit, juntament amb el manòmetre de pressió, garanteixen que durant tot el període de simulació de pluja les condicions es puguin mantenir estables. Cal destacar, que la clau de pas lateral disposa d'una maneta per regular l'obertura i el tancament, però la central no. Seguint Cerdà et al. (1997) al difusor central s'hi connecta un filtre amb malla de 0,3 mm, un peça per augmentar la mida de les gotes, un polvoritzador i una altra "boquilla" per on surt finalment l'aigua.

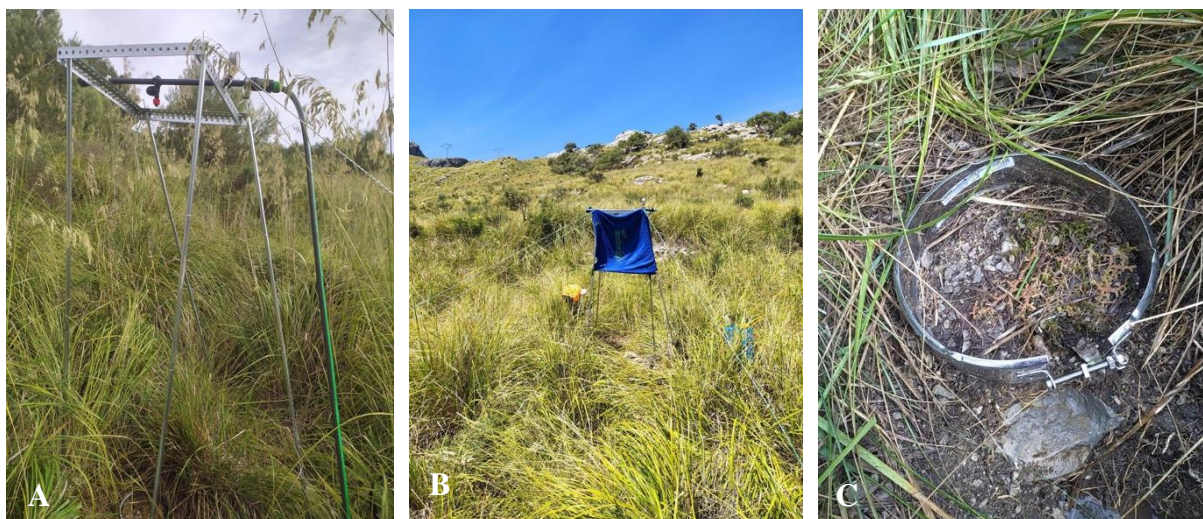


Figura 3. Simulador de pluja portàtil utilitzat al treball. a) Estructura de subjecció de la unitat i unitat de dispersió; b) Instal·lació del simulador de pluja amb vents per mantenir-ne l'estabilitat i barrera per a la interferència eòlica; c) parcel·la experimental metàl·lica i unitat de captació de sediment i aigua d'escolament.

L'estructura de sosteniment està formada per una plataforma quadrada metàl·lica de 50x50 cm i quatre pals de tenda de campanya canadenca de 2 m de llargària (Fig. 3a). La plataforma metàl·lica presenta múltiples forats als seus laterals, tot permetent que els extrems superiors dels pals, que són més fins, s'hi puguin introduir. A més a més, el tub del sistema d'aigües (esmentat anteriorment) es troba fix a la part central de la plataforma, permetent que la dispersió de les gotes d'aigua es realitzi a una certa alçada i de forma estable. Tot aquest sistema es manté gràcies al fet que els extrems superiors dels pals es troben fixats al sòl per tensors i piquetes, permetent una adaptació total al terreny (Fig. 3b). En cas de condicions meteorològiques adverses (vent), existeix l'opció d'usar un protector amb l'objectiu d'evitar la desviació de les gotes respecte a la parcel·la circular. El protector es ferma dels extrems de la plataforma metàl·lica. Es recomana l'ús d'una tela impermeable, evitant així la circulació d'aire i un excés de pes que desestabilitzi l'estructura.

Per determinar la taxa erosiva i d'escolament, és necessari la recollida de mostres d'aigua i sediment. Aquesta es duu a terme amb l'ajuda d'una parcel·la metàl·lica circular (Fig. 3c) de 22,5 cm de diàmetre i 5,5 cm d'alçada, dins la qual han de caure les gotes d'aigua. Cal destacar, que aquesta parcel·la presenta una obertura per on sortirà l'aigua (Fig. 3c). Sota aquesta obertura es col·loca un recol·lector que, en el nostre cas, ha estat una botella de plàstic tallada per l'extrem superior amb un forat a la part final. Finalment, es situa un recipient sota el forat de la botella, permetent així la recollida d'aigua i sediments.

4.1.2.1. Estratègia de mostreig.

Es realitzaren 18 simulacions de pluja, 6 a cada localitat (Fig. 8, a l'Annex). D'aquestes rèpliques, la meitat es feu sobre una superfície coberta per *A. mauritanicus* i l'altra meitat sobre sòl nuu. És important dur a terme les simulacions en "parella" (una sobre sòl nuu i una sobre càrritx), és a dir, a poca distància una de l'altre, amb l'objectiu d'evitar diferències causades per la variabilitat del sòl. Cada mostra es codificà amb les sigles de la localitat d'estudi i un nombre. Cal destacar, que els nombres de rèpliques senars corresponen a simulacions sobre superfícies cobertes per *A. mauritanicus* i els parells sobre sòl nuu.

Seguint el disseny de l'instrument i l'ús dels filtres descrits per Cerdà et al. (1997), les gotes d'aigua que reproduïen el mecanisme correspondrien amb les de precipitacions associades a esdeveniments extrems amb període de retorn 1 any. Aquestes gotes es dispersen a una intensitat d'1 bar durant 30 min sobre una àrea de 397,608 cm². Durant aquest període de temps, s'anoten el següents paràmetres:

- Moment en el que el sòl queda entollat (t_{ia}). Es considera que el sòl està entollat quan el 40% de l'àrea d'estudi presenta una pel·lícula d'aigua (Cerdà i García-Fayos, 1997).
- Moment en el qual s'inicia l'escolament (t_e). Aquest paràmetre s'anota quan cau la primera gota d'escolament dins del recol·lector (Cerdà i García-Fayos, 1997).
- Volum de descàrrega (en interval tres minuts). Per realitzar aquesta mesura, s'observa el volum d'escolament capturat cada tres minuts atès que el recipient col·lector s'ha graduat prèviament.

Per poder mesurar la taxa de producció de sediments (erosió), es prenen tres mostres d'aproximadament 100 ml durant el transcurs de cada simulació. La primera mostra es recull un minut després de t_e (t_0), la segona als 15 min d'iniciar la simulació (t_{15}) i la darrera al minut trenta (t_{30}) (Cerdà, 1993a; Cerdà, 1993b; Cerdà et al., 1995). Cal destacar, que si la quantitat d'escolament és baixa, la recol·lecció d'aquesta mostra es realitzarà durant un període de tres minuts encara que no s'arribi a omplir la totalitat del recipient.

És important esmentar que l'aigua emprada a les simulacions és aigua destil·lada, amb l'objectiu d'evitar els possibles efectes de les sals a la resposta hidrològica i erosiva del sòl a la humitat (Agassi et al., 1994)

4.2. Metodologia de laboratori.

4.2.1. Caracterització dels sòls.

Es realitza una caracterització de les mostres obtingudes de cada localitat. La determinació d'aquests paràmetres es fa a partir de les mostres obtingudes a l'estudi de camp a excepció dels horitzons H dels quals sols es realitza una descripció qualitativa.

4.2.1.1. Caracterització química.

4.2.1.1.1. Escala Munsell.

La determinació de la coloració s'ha realitzat amb Munsell Soil Color Charts (Macbeth Division of Kollmorgen Instruments Corporation, 1994 Revised Edition). Es fa una valoració inicial amb la mostra que encara manté la humitat ambiental de la zona d'estudi. Posteriorment, es seca la mostra a l'estufa a 105 °C durant 24 hores i, passat aquest període de temps, es torna a realitzar la determinació del color.

4.2.1.1.2. Contingut en Matèria Orgànica.

La matèria orgànica es determina mitjançant el mètode d'incineració (LOI) (Barrezueta-Unda et al., 2020). Primerament, es pesa un volum aproximat de 15 grams de cada mostra. Posteriorment, es fica la mostra a un recipient de porcellana i s'introdueix a la mufla durant 3 hores a una temperatura de 350 °C. Cal destacar, que és necessari deixar refredar els recipients (30 minuts més dins la mufla apagada i 20 minuts dins un dessecador per tal de refredar i evitar l'humitejament de la mostra). Un cop passat el temps, es pesa el contingut de cada recipient. Finalment, es calcula el contingut en Matèria Orgànica usant l'Eq. 1.

$$\text{Contingut de Matèria Orgànica (g)} = \text{Pes inicial (g)} - \text{Pes final (g)} \quad [\text{Eq. 1}]$$

4.2.1.1.3. Conductivitat elèctrica.

Primerament, es pesen 20 g de la mostra de sòl i s'introdueixen dins una botella d'agitació. Seguidament, s'afegeixen 100 ml d'aigua destil·lada a la botella i s'introdueix la botella a l'agitadora (30 min). Passat el temps, es filtra el contingut de la botella amb filtres de fibra de vidre Whatman GF/F o equivalent. Un cop s'hagi filtrat tot el contingut, s'introdueixen 25 ml de la part filtrada dins un vas de precipitats. Finalment, es realitzen tres mesures amb el conductímetre, netejant l'elèctrode amb aigua destil·lada després de cada mesura. Aquesta part s'ha realitzant seguint el protocol de la Universitat Politècnica de València - UPV (2015b). L'aparell emprat és el Multiparamètric portàtil PC 70 VIO (XS, Itàlia) amb el sensor 50004002 / 002

4.2.1.1.4. pH.

Es pesen 10 g de mostra i s'introdueixen dins un vas de precipitat. A continuació, s'afegeixen 25 ml d'aigua destil·lada al vas i es mescla durant 10 min amb una vareta de vidre. Posteriorment, es deixa reposar el contingut durant 30 min, per seguidament agitar el vas i introduir l'elèctrode al sobrenedant. De la mateixa manera que amb la conductivitat elèctrica, es realitzen tres mesuraments, netejant elèctrode després de cada una. Aquesta part s'ha realitzant seguint el protocol de la Universitat Politècnica de València - UPV (2015a). L'aparell emprat és el Multiparamètric portàtil PC 70 VIO (XS, Itàlia) amb el sensor 50002002 / 944

4.2.1.1.5. Difracció de raigs X.

L'anàlisi mineralògica es realitzà a partir de mostra total orientada a l'atzar de sediment per cadascuna de les mostres. La seva composició es determinà mitjançant difractometria de raigs X amb un aparell SIEMENS D-5000 X, l'anàlisi mineralògica semiquantitativa dels resultats, s'obtingué utilitzant el programari EVA ver. 7.0.

4.2.1.2. Caracterització física.

4.2.1.2.1. Granulació.

Per determinar aquest paràmetre, cal deixar la mostra a l'estufa a 105 °C durant 24 hores. Un cop transcorregut el temps, es comparen els grànuls amb una taula d'estructures granulars i grumolloses. En el nostre cas, s'ha comparat amb una taula de Poch i Boixadera (2008).

4.2.1.2.2. Granulometria.

Per a la caracterització de la textura de la fracció fina (< 2mm) del sòl es realitza una granulometria en sec. Primerament, es pesa un volum de 100 g del material obtingut a cada horitzó. Després, es porguen els 100 g de sediment emprant una torre de sedassos amb intervals de cada ϕ (2 mm, 1 mm, 500 μ m, 250 μ m, 125 μ m, 63 μ m i recipient). Cal destacar, que per porgar el material s'ha deixat 15 minuts dins una torre d'agitació. Posteriorment, es pesa el sediment retingut a cada interval i es calculen els paràmetres granulomètrics emprant el programari GRADISTAT (Blott i Pye, 2001) emprant el mètode de Folk i Ward per caracteritzar el sediment (textura, classificació, etc.).

4.2.2. Anàlisi de les mostres de les simulacions de pluja.

4.2.2.1. Taxa de producció de sediments (erosió).

Per determinar la taxa de producció de sediments s'han filtra les mostres t_0 , t_{15} i t_{30} de cada simulació. Primerament, s'han introduït els filtres de cel·lulosa Whatman GF/F dins l'estufa a 105 °C durant un mínim de 30 minuts, amb l'objectiu d'eliminar el possible pes corresponent a la humitat ambiental. Després, es pesen els filtres a una balança de precisió i s'anota a quina mostra correspondrà cada un. Seguidament, es determina el volum de cada mostra i s'aboca el contingut sobre el filtre. El filtratge, atès el volum de mostres, s'ha realitzat mitjançant una bomba de buit o directament per decantació, disposant el filtre dins un embut i anant filtrant lentament el volum de cada mostra. Un cop la mostra està completament filtrada, s'introdueix el filtre dins l'estufa a 105 °C durant 24 hores. Després, es tornen a pesar els filtres a la balança de precisió, i s'obté la quantitat de materials presents a la mostra a partir de l' Eq. 2. Finalment, es normalitza la producció de sediment en funció del volum filtrat (les unitats finals estan en g/l)

$$\text{Pes del material d'escolament} = \text{Pes final filtre} - \text{Pes inicial filtre.} \quad [\text{Eq. 2}]$$

4.2.2.2. Volum de descàrrega.

El volum de descàrrega total s'obté a partir de la suma dels volums anotats cada tres minuts durant la simulació. A més, s'ha guardat el volum total recollit a cada simulació a recipients. És important recordar que s'han de sumar els volums captats a t_0 , t_{15} i t_{30} .

4.3. Anàlisi estadística.

L'anàlisi estadística s'ha realitzat a través del paquet estadístic R studio versió 4.1.1 (2021-08-10). Per tal de seleccionar el test estadístic a emprar s'ha realitzat un anàlisi de la normalitat (Test de Shapiro) i homogeneïtat de variància (Test de Barlett).

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel volum d'escolament entre els distints tipus de simulacions (amb vegetació i sense vegetació) s'ha realitzat una ANOVA d'1 factor i el Test de Bonferroni.

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel pes de materials captats entre els distints tipus de simulacions (amb vegetació i sense vegetació) s'ha realitzat una ANOVA d'1 factor i el Test de Bonferroni.

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel volum d'escolament entre els distints tipus de simulacions i les localitats, s'ha realitzat una ANOVA de 2 factors i el Test de Bonferroni. Aquest test també permet determinar si existeix associació entre els factors estudiats.

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel pes de materials captats entre els distints tipus de simulacions i les localitats, s'ha realitzat una ANOVA de 2 factors i el Test de Bonferroni. Aquest test també permet determinar si existeix associació entre els factors estudiats.

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel t_{ia} entre els distints tipus de simulacions, s'ha realitzat una ANOVA de Welch (no hi ha homogeneïtat de variàncies). Posteriorment, es realitza un Test post-hoc de Games-Howell.

Per determinar si existeixen diferències estadísticament significatives pel t_e entre els distints tipus de simulacions, s'ha realitzat un Test de Kruskal-Wallis (no hi ha normalitat al factor "sòl nuu"). Posteriorment, es realitza un Test post-hoc de Dunn.

Per determinar si existeix correlació entre t_a i t_e s'ha realitzat un coeficient de correlació de Spearman (no hi ha normalitat de cap dels factors).

5. Resultats.

5.1. Descripció de les zones d'estudi.

5.1.1. Inventari florístic i presència de fauna.

Els carritxars de Cúber, el Gorg Blau i el Funicular presenten una composició florística molt similar. A més d'*A. mauritanicus*, a les tres zones són molt abundants *Euphorbia characias* subsp. *characias*, *Asphodelus ramosus* subsp. *ramosus*, *Launaea cervicornis* i *Cistus albidus*. També es troben altres espècies que no estan presents a totes les localitats. Per exemple, a Cúber hi ha *Quercus ilex* i *Asparagus horridus*; el Gorg Blau presenta *Pinus halepensis*, *Galactites tomentosa* i *Asparagus horridus*; i a la zona del Funicular es pot trobar *Calicotome spinosa*, *Hypericum balearicum* i *Olea europaea*.

Parlant de la presència d'animals, s'han trobat evidències al Gorg Blau i al Funicular. Aquesta darrera localitat és on més incidència s'ha observat, trobant ovelles, cabres, fulles de càrritx menjades i excrements cabrum i boví. En canvi, al Gorg Blau sols s'han trobat marques d'alimentació a fulles d'*A. mauritanicus* (possiblement de cabra).

5.1.2. Característiques i abundància d'*A. mauritanicus*.

De la mateixa manera que amb l'inventari florístic, els carritxars de les tres zones són molt similars. L'índex de cobertura és bastant elevat (85% al funicular i 95% a les zones pròximes als embassaments), sent zones amb un revestiment prominent. En relació a l'abundància, es comptaren el nombre de peus a una àrea de 5 x 5 m, obtenint 23 individus al Gorg Blau, 24 a Cúber i 28 al Funicular. Cal destacar, que els individus d'*A. mauritanicus* de Cúber presentaven una major mida que no pas els dels altres terrenys.

5.1.3. Perfil del sòl.

El sòl de Cúber presenta una potència de 20,5 cm i una coloració obscura bastant homogènia (marró-negre). Observant el perfil del sòl, es diferenciaren cinc horitzons (roca mare, C, A, O i H).

- Roca mare: formada per una única roca homogènia.
- Horitzó C: potència de 7 cm, textura llimosa i gran quantitat de còdols i graves procedents del nivell inferior.
- Horitzó A: llimós, textura granulosa, potència de 9 cm i, encara que presenta alguns fragments de roca, aquests són menys abundants que a l'horitzó C.
- Horitzó O: va dels 16 als 20 cm i presenta una coloració més obscura a causa de la matèria orgànica.

El Gorg Blau presenta un sòl amb una potència de 22 cm, poc desenvolupat i de coloració marró-negre homogènia. El perfil està format per quatre horitzons (roca mare, C, O i H), a falta de l'horitzó A.

- Roca mare: formada per un material bretxoide, possiblement d'origen col·luvial.
- Horitzó C: presenta una major potència (16 cm), disposant de còdols de mida variada.
- Horitzó O: més obscur que els anteriors, amb una textura grumosa i una potència de 4 cm.

El sòl de Funicular presenta una potència de 28 cm. La coloració és més variable que no pas als anteriors carritxars, amb un to obscur a la part superior i ocre a la inferior. De la mateixa manera que al Gorg Blau, el perfil del sòl està dividit en 4 horitzons (roca mare, C, O i H). Com a curiositat, s'han trobat tubercles a la zona, que iniciaven el seu creixement entre els horitzons C i O i s'anaven desenvolupant cap a la part inferior.

- Roca mare: formada per una única roca compacta.
- Horitzó C: potència de 14 cm, coloració ocre i presència de gran quantitats de graves i palets de distinta mida.
- Horitzó O: potència de 11 cm, coloració més obscura i presència de gran quantitat d'arrels i roques de baix calibre.

Els horitzons H estan formats bàsicament per restes foliars d'*A. mauritanicus*. També s'han trobat, encara que en poca quantitat, restes d'arrels de les herbàcies esmentades a l'inventari florístic. Per altra banda, hi ha presència de petites roques, encara que en molt baixa quantitat. En relació a l'estat de degradació, es troben diferències significatives entre els horitzons. Cúber presenta un estat de descomposició molt més avançat que no pas les altres localitats, amb fulles de càrritx considerablement més fragmentades i entremesclades. Per altra banda, a les mostres obtingudes del Gorg Blau es poden diferenciar més fàcilment les fulles, que presenten una major mida i millor estat de conservació. Cal destacar, que a l'humus de la zona del Funicular abunden les molses, a diferència dels altres terrenys. En relació a la potència, l'horitzó H mesura 0,5 cm a Cúber, 2 cm al Gorg Blau i 3 al Funicular.

El sistema radicular penetra molt horitzontalment, amb arrels que són més llargues que profundes. El calibre disminueix a mesura que augmenta la profunditat i, per tant, les arrels de menor calibre estan a la part inferior del sòl. Cal destacar, que a Cúber les arrels de major gruixa es troben en el límit entre els horitzons A i O. En relació a la seva presència, a Cúber abunden a l'horitzó A, mentre al Gorg Blau i al Funicular estén molt poc presents a l'horitzó C (es queden a la capa orgànica). El percentatge d'arrels és superior al sòl del Funicular que a les altres localitats.

5.2. Caracterització dels sòls.

5.2.1. Resultats de múltiples paràmetres.

Les zones d'estudi presenten sòls marronosos, de granulació mitjana, amb un Contingut de Matèria Orgànica baix, una conductivitat baixa i un pH entre neutre i bàsic (Taula 1).

Encara que no es troben grans diferències entre les localitats, destaca la variabilitat del sòl del Funicular respecte la resta. Per exemple, la coloració és bastant més clara que no pas a Cúber i el Gorg Blau. També s'observen diferències en el el pH (més bàsic), el contingut de matèria orgànica (menor) i la conductivitat (menor). En canvi, la granulació és molt similar a tots els horitzons. (Taula 1)

Per altra banda, es troben variacions si es comparen els horitzons d'una mateixa localitat. El contingut de Matèria Orgànica augmenta a mesura que els horitzons s'aproximen a la superfície. Relacionat amb aquest fet, la coloració és més clara a les capes inferiors que a les

superiors. Pels altres paràmetres no es poden identificar patrons de variació, ja que són bastant similars entre els distints horitzons.

		Escala Munsell		Granulació	Contingut MO (%)	pH	Conductivitat (S/m)
		Humit	Sec				
Cúber	Horitzó A	10YR 2/2	2,5Y 4/2	Mitjana	9,92	7,105	524,5
	Horitzó C	10YR 3/3	2,5Y 5/3	Mitjana / fina	10,087	7,262	311,67
	Horitzó O	10YR 3/1	2,5Y 4/2	Mitjana / gruixada	12,626	7,08	515,67
Gorg Blau	Horitzó C	10YR 3/2	2,5Y 5/2	Mitjana	9,212	7,203	425,3
	Horitzó O	10YR 3/1	2,5Y 4/2	Mitjana	10,897	7,24	495,3
Funicular	Horitzó C	2,5YR 5/3	2,5YR 5/4	Mitjana / fina	3,787	7,85	252,25
	Horitzó O	2,5YR 4/3	2,5YR 4/4	Mitjana / fina	6,795	7,8	265,33

Taula 1. Resultats de distints paràmetres emprats per caracteritzar el sòl.

5.2.2. Granulometria.

Es tracten de sòls amb un grau de classificació molt baix, amb predomini de les graves i les arenes gruixudes i després amb un pes important de materials fins. Els sòls de Cúber i el Gorg Blau pertanyen al grup textural d'arenes lleugerament gravoses, presentant arenes molt gruixades i/o graves lleugerament molt fines. El sòl del Funicular és del grup textural de les arenes fangoses lleugerament gravoses i està format per graves lleugerament molt fines i/o arenes molt gruixades llimoses.

Els paràmetres granulomètrics obtinguts pel mètode de Folk i Ward són relativament similars entre els distints horitzons, com es pot veure a la Taula 2. Gairabé tots els sediments presenten un grau de selecció pobre, a excepció de l'horitzó C de Cúber (moderat). Per altra banda, el grau d'asimetria gràfica és baix i la angulositat presenta una tendència leptocúrtica.

De la mateixa forma que a l'apartat anterior (Taula 1), la localitat del Funicular és la més distinta. Per exemple, el sediment del Funicular presenta un tipus textural distint de les altres localitats (arenes fangoses lleugerament gravoses). El mateix passa amb l'asimetria gràfica, la qual és baixa. Finalment, la distribució és platicúrtica a l'horitzó C i mesocúrtica a l'horitzó O. A la Fig. 9 de l'annex es presenten les distribucions granulomètriques de cada horitzó.

		MEAN	SORTING (s)	SKEWNESS (Sk)	KURTOSIS (K)
Cúber	Horitzó A	0,313	1,278	0,525	1,307
	Horitzó C	-0,151	0,76	0,425	1,326
	Horitzó O	0,797	1,507	0,381	0,979
Gorg Blau	Horitzó C	0,3	1,208	0,494	1,211
	Horitzó O	0,53	1,457	0,513	1,172
Funicular	Horitzó C	1,905	1,803	0,188	0,786
	Horitzó O	1,947	1,757	0,272	0,912

Taula 2. Resultats obtinguts a la caracterització del sediment pel mètode de Folk i Ward (les columnes representen els mateixos paràmetres, una amb català i l'altre amb anglès). Font: GRADISTAT

5.2.3. Difracció de raigs X.

La Taula 3 mostra els resultats obtinguts de la difracció de raigs X. Els horitzons presenten una composició mineralògica molt semblant. Destaca l'abundància relativa de quars atès que les calcàries són bastant pures. Els feldspats i els minerals d'argiles poden estar relacionats amb les pluges de fang.

		Quars	Calcita	Feldspats	Caolinita	Il·lita
Cúber	Horitzó A	0,668	0,234	0,071	0,027	–
	Horitzó C	0,666	0,226	0,082	0,026	–
	Horitzó O	0,694	0,164	0,104	0,038	–
Gorg Blau	Horitzó C	0,778	0,102	0,073	0,03	0,018
	Horitzó O	0,72	0,166	0,081	0,032	–

Taula 3. Mineralogia (%) de la fracció fina dels horitzons de Cúber i Gorg Blau.

5.3. Simulació de pluja.

5.3.1. Volum de descàrrega.

La variabilitat del volum de descàrrega és molt gran, amb un mínim de 112 ml i un màxim de 2161 ml (Taula 4). A la Taula 5 es pot observar una gran diferència del volum total de descàrrega entre els distints tipus de simulacions (460,375 ml sobre vegetació i 1492,750 ml sobre sòl nuu). El contrari passa amb el temps d'entollament i d'escolament, amb resultats superiors a les simulacions sobre *A. mauritanicus* (t_{ia} de 44,250 s i t_e de 61,750 s sobre vegetació; t_{ia} de 13,750 s i t_e de 21 s sobre sòl nuu).

El volum de descàrrega presenta diferències estadísticament significatives entre les simulacions realitzades sobre *A. mauritanicus* i les realitzades sobre sòl nuu (p -valor = $6,79 \cdot 10^{-5}$). Per altra banda, no hi ha diferències estadísticament significatives entre les distintes localitats (p -valor = 0,1576), així com no hi ha associació entre la localitat i la superfície sobre la que es realitza la simulació (p -valor = 0,5723).

També hi ha una diferència estadísticament significativa respecte el temps d'entollament (t_e) entre les simulacions realitzades sobre *A. mauritanicus* i les realitzades sobre sòl nuu (p -valor = 0,01914). El mateix succeeix amb el temps d'escolament (t_s), aquest cop amb un p -valor de 0,01166. El coeficient de Spearman demostra que existeix correlació entre aquests dos paràmetres (t_e i t_s), amb un p -valor de $1,5867 \cdot 10^{-7}$. El valor de ρ (0,9314667) indica una correlació directa molt elevada entre les variables.

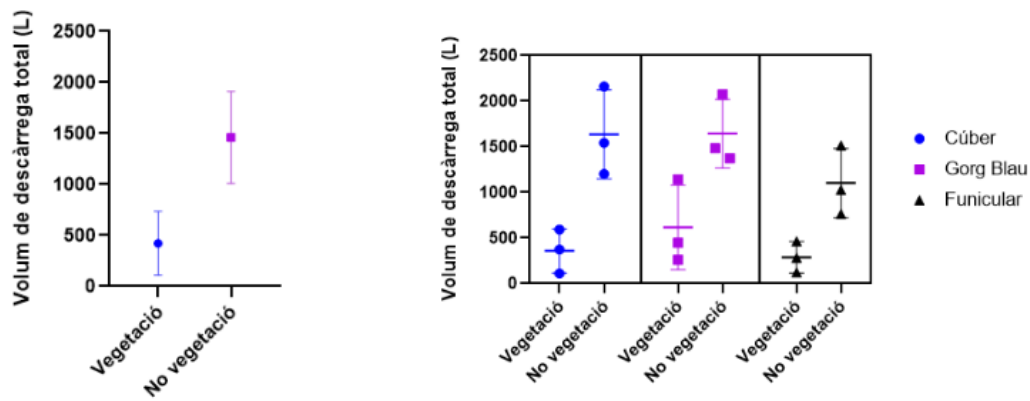
La Taula 4 mostra tots els valors obtinguts durant les simulacions. Cal destacar, que a causa d'una problemàtica metodològica, sols es va poder determinar el volum total de descàrrega a les rèpliques Cúber 1 i Cúber 2.

	t_{ia} (s)	t_e (s)	3'	6'	9'	12'	15'	18'	21'	24'	27'	30'	Volum total	
Cúber	1	No determinat											112	
	2	No determinat											1203	
	3	16	23	21	93	21	55	50	67	53	81	87	65	593
	4	10	10	190	182	232	302	322	218	158	115	235	207	2161
	5	13	17	20	32	30	33	36	39	37	40	50	56	373
	6	7	7	129	100	114	134	179	135	139	264	159	189	1542
Gorg Blau	1	41	48	15	25	33	40	45	40	60	71	66	52	447
	2	10	14	30	110	143	154	171	115	164	180	156	150	1373
	3	96	104	10	17	20	19	20	20	30	38	35	52	261
	4	12	12	90	184	190	130	160	138	153	150	110	180	1485
	5	44	77	8	113	60	110	120	113	135	172	158	153	1142
	6	11	20	100	129	295	230	285	221	220	170	180	244	2074
Funicular	1	76	131	3	13	9	7	15	10	12	16	19	18	122
	2	17	20	34	95	35	231	177	170	226	171	181	194	1514
	3	32	51	7	20	52	19	20	27	32	35	40	30	282
	4	27	67	28	69	25	75	90	102	130	85	78	82	764
	5	36	43	20	27	27	30	42	78	52	62	60	65	463
	6	16	18	41	67	84	97	110	100	115	140	155	120	1029

Taula 4. Taula amb les dades del temps en el que el sòl queda entollat (t_{ia}), temps d'inici d'escolament (t_e), volum de descàrrega a intervals de 3 min (ml) i volum total (ml).

	t_{ia} (s)	t_e (s)	3'	6'	9'	12'	15'	18'	21'	24'	27'	30'	Volum total
Vegetació	44,250	61,750	13,000	42,500	31,500	39,125	43,500	49,250	51,375	64,375	64,375	61,375	460,375
Sòl nuu	13,750	21,000	80,250	117,000	139,750	169,125	186,750	149,875	163,125	159,375	156,750	170,750	1492,750

Taula 5. Mitjana de les dades del temps en el que el sòl queda entollat (t_{ia}), temps d'inici d'escolament (t_e), volum de descàrrega a intervals de 3 min i volum total, separades segons el tipus de simulació



Figures 4 i 5. Representació gràfica de la mitjana i desviació típica del volum de descàrrega total (ml) agrupant les dades per distints factors.

5.3.2. Taxa de producció de sediments (erosió).

Els resultats de la taxa de producció de sediments segueixen els mateixos patrons que els obtinguts pel volum de descàrrega. La diferència entre els valors mínims i màxims és molt gran (mínim de 1,428 g/l i màxim de 16,510 g/l). Les Taules 6, 7 i 8 mostren els resultats obtinguts a cada rèplica (cada taula correspon a una localitat). A la Taula 9 es pot observar que la taxa de producció de sediment segueix una tendència distinta segons el tipus de cobertura. Si es realitza sobre vegetació, la primera mostra (t_0) recull una menor quantitat de sediment, després puja (t_{15}) i finalment torna a disminuir al darrer mostreig (t_{30}). En canvi, la quantitat de material erosionat a les simulacions sobre sòl nuu és molt superior al mostreig inicial (15,404 g/l) en comparació a les altres moments (5,837 g/l i 6,205 g/l, respectivament). Finalment, a la Taula 10 es pot veure la gran diferència entre els tipus de simulacions, amb 5,089 g/l sobre vegetació i un 9,149 g/l sobre sòl nuu (17,978% més).

Els resultats de la taxa de producció de sediment són molt semblants als del volum d'escolament. L'erosió presenta diferències estadísticament significatives entre les simulacions realitzades sobre *A. mauritanicus* i les realitzades sobre sòl nuu (p-valor = 0,04402). En canvi, no es pot demostrar una influència estadísticament significativa de la localitat, ni una associació entre el factor localitat i la superfície de simulació (p-valors de 0,05172 i 0,43619, respectivament).

		Temps	Volum filtrat (mL)	Pes filtre (g)	Pes filtre + sediment (g)	Pes sediment (g)	g/L	Mitjana
Cúber	1	T0	20	0,3655	0,3929	0,0274	1,370	4,629
		T15	20	0,3889	0,466	0,0771	3,855	
		T30	23	0,3895	0,5887	0,1992	8,661	
	2	T0	93	0,3872	4,5925	4,2053	45,218	16,510
		T15	80	0,3573	0,4469	0,0896	1,120	
		T30	96	0,3758	0,6822	0,3064	3,192	
	3	T0	62	0,3711	0,3903	0,0192	0,310	1,628
		T15	67	0,3708	0,4283	0,0575	0,858	
		T30	65	0,3643	0,6058	0,2415	3,715	
	4	T0	77	0,3561	1,5371	1,181	15,338	7,468
		T15	63	0,3679	0,6866	0,3187	5,059	
		T30	82	0,3725	0,5371	0,1646	2,007	
	5	T0	64	0,3708	0,3806	0,0098	0,153	1,428
		T15	32	0,3868	0,5169	0,1301	4,066	
		T30	56	0,3564	0,36	0,0036	0,064	
	6	T0	86	0,4976	1,0677	0,5701	6,629	4,961
		T15	75	0,5417	1,0668	0,5251	7,001	
		T30	72	0,3656	0,4557	0,0901	1,251	

Taula 6. Taula de la taxa de de producció de sediment (erosió) de Cúber.

		Temps	Volum filtrat (mL)	Pes filtre (g)	Pes filtre + sediment (g)	Pes sediment (g)	g/L	Mitjana
Gorg Blau	1	T0	18	0,3645	0,4211	0,0566	3,144	1,888
		T15	22	0,3639	0,407	0,0431	1,959	
		T30	20	0,3699	0,3811	0,0112	0,560	
	2	T0	79	0,3602	0,5243	0,1641	2,077	3,022
		T15	74	0,3671	0,7256	0,3585	4,845	
		T30	11	0,3682	0,3918	0,0236	2,145	
	3	T0	17	0,421	0,4513	0,0303	1,782	4,994
		T15	20	0,4319	0,5819	0,15	7,500	
		T30	15	0,4243	0,5098	0,0855	5,700	
	4	T0	64	0,5393	1,4519	0,9126	14,259	8,721
		T15	73	0,5389	1,1226	0,5837	7,996	
		T30	79	0,5391	0,8478	0,3087	3,908	
	5	T0	113	0,369	0,8916	0,5226	4,625	4,365
		T15	100	0,5442	1,2686	0,7244	7,244	
		T30	71	0,377	0,4641	0,0871	1,227	
	6	T0	24	0,3643	0,6113	0,247	10,292	7,335
		T15	21	0,3729	0,5139	0,141	6,714	
		T30	19	0,3887	0,4837	0,095	5,000	

Taula 7. Taula de la taxa de de producció de sediment (erosió) del Gorg Blau

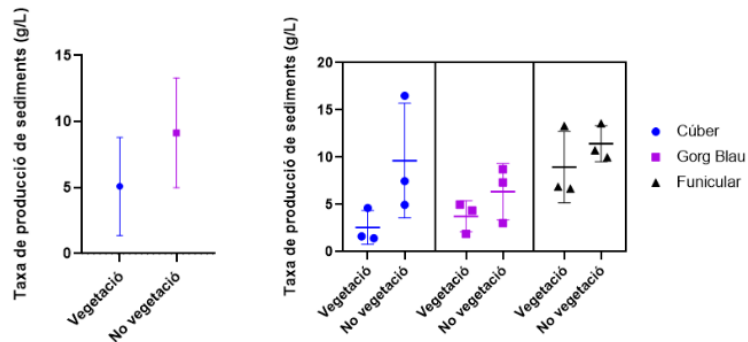
		Temps	Volum filtrat (mL)	Pes filtre (g)	Pes filtre + sediment (g)	Pes sediment (g)	g/L	Mitjana
Funicular	1	T0	13	0,3626	0,4518	0,0892	6,862	13,315
		T15	10	0,3744	0,5605	0,1861	18,610	
		T30	18	0,3691	0,6296	0,2605	14,472	
	2	T0	95	0,3648	1,202	0,8372	8,813	10,749
		T15	89	0,3712	0,7354	0,3642	4,092	
		T30	100	0,546	2,4801	1,9341	19,341	
	3	T0	20	0,3723	0,6131	0,2408	12,040	6,679
		T15	27	0,3746	0,4781	0,1035	3,833	
		T30	30	0,3809	0,5058	0,1249	4,163	
	4	T0	69	0,5411	1,7932	1,2521	18,146	9,991
		T15	62	0,539	0,6974	0,1584	2,555	
		T30	82	0,5392	1,2996	0,7604	9,273	
	5	T0	27	0,5384	0,7516	0,2132	7,896	6,880
		T15	78	0,5399	1,082	0,5421	6,950	
		T30	59	0,5402	0,882	0,3418	5,793	
	6	T0	67	0,3643	1,56135	1,19705	17,866	13,582
		T15	64	0,3729	1,2145	0,8416	13,150	
		T30	52	0,3887	0,8946	0,5059	9,729	

Taula 8. Taxa de producció de sediment (erosió) del Funicular

Vegetació			Sòl nuu		
T0	T15	T30	T0	T15	T30
4,242	6,097	4,928	15,404	5,837	6,205

Localitat			Temps de mostreig			Tipus simulació	
Cúber	Gorg Blau	Funicular	T0	T15	T30	Vegetació	Sòl nuu
6,104	5,054	10,199	9,823	5,967	5,567	5,089	9,149

Taules 9 (superior) i 10 (inferior). Mitjanes de la taxa de producció de sediment (erosió) agrupats per diferents factors (localitat, temps de mostreig i tipus de simulació).



Figures 6 i 7. Representació gràfica de la mitjana i desviació típica de la taxa de producció de sediment (g/l) agrupant les dades per diferents factors.

6. Discussió.

Els resultats posen de manifest que la semblança en la biodiversitat florística de la zona és deguda a dos motius principals, (1) la proximitat entre les localitats i (2) la semblança de les condicions ambientals i edafològiques. Les semblances ambientals es poden veure a l'Annex (Taula 11), mentre les geològiques s'han anat comentant al llarg del treball. La selecció natural permet que les espècies s'adaptin a les condicions del seu hàbitat. Com les tres localitats presenten condicions semblants, si una espècie està adaptada a una de les àrees, també ho estarà a les altres. Per altra banda, la proximitat entre les zones facilita la dispersió de llavors entre les distintes localitats, facilitant així la presència de les mateixes espècies a les zones d'estudi.

La fauna és més abundant a les localitats amb menor influència antròpica. Encara que les tres zones estan properes unes de les altres, la taxa de visita és molt distinta. Per exemple, Cúber disposa d'un aparcament, taules per berenar, és l'inici de moltes rutes de senderisme, etc. En canvi, les altres localitats estan molt menys "antropitzades". En definitiva, la presència d'humans afecta negativament a la presència d'animals, així com es pot veure en el nostre estudi (Apartat 5.1.1).

En relació a l'*A. mauritanicus*, les tres localitats presenten un índex de cobertura i abundància similars. Tot i així, destaca que el Funicular sigui l'àrea que presenta una major quantitat d'individus (28 enfront 23 i 24), però un menor índex de cobertura (85% enfront de 95%). Aquest fet pot estar relacionat amb la presència de fauna, ja que el Funicular és on més impacte de fauna s'ha trobat i els bestiar (equí, boví, de llana, etc.) es pot alimentar d'*A. mauritanicus* (Mayol, 2002). D'aquesta manera, disminueix la quantitat de radiació interceptada, s'afavoreix la presència de càrritx i disminueix el grau de cobertura dels individus.

Els sòls de les localitats d'estudi es poden classificar com inceptisòls. Com bé comenten Ibáñez et al. (2011), els inceptisòls són sòls joves, poc evolucionats i que encara estan en desenvolupament i definició dels seus horitzons. Aquesta definició descriu bé els perfils estudiats, que presenten una baixa potència i pocs horitzons o de límits imprecisos, etc. Encara que les tres localitats presenten inceptisòls, el perfil de Cúber està una mica més desenvolupat que la resta. Per exemple, és l'únic que presenta l'Horitzó A. L'estat de degradació de l'Horitzó H és superior a Cúber que a la resta de localitats, i aquest fet és permetrà un major desenvolupament del sòl, ja que la matèria orgànica es transformarà en humus i aquest es mineralitzarà i passarà a formar part dels altres horitzons (Silva, 1998). Les arrels d'*A. mauritanicus* es distribueixen seguint un patró similar a l'esmentat per Vilà i Lloret (2000). Aquesta espècie presenta un sistema d'arrels fasciculades, dominant a la porció superior del sòl (Vilà i Lloret, 2000). Aquesta explicació és coherent amb distribució esmentada anteriorment (Apartat 5.1.3) Aquest sistema d'arrels extensiu facilita la capacitat invasora de l'espècie (Corona et al., 2016).

Respecte la composició mineralògica dels sòls, destaca l'abundància de quars. Normalment, les calcàries de la Serra de Tramuntana es caracteritzen per presentar un contingut en quars baix. Possiblement, aquest elevat percentatge prové de la pols atmosfèrica, hipòtesi que es respalla pel contingut de feldspats i caolinita. Per altra banda, i com bé comenta Gil Poyatos (2019), l'elevat contingut en sílice sol ser comú a zones on, per la influència antròpica, *A. mauritanicus* ha envaït el terreny.

En definitiva, les tres localitats són bastant semblants entre elles. Presenten característiques granulomètriques relativament similars (Taula 2), típiques de sòls poc desenvolupats. Per exemple, la mida del gra es mitjana, el grau de selecció pobre i l'asimetria gràfica molt fina. L'angulositat és el paràmetre més variable, però la distribució leptocúrtica és la majoritària. Els resultats de la Taula 1 i de la difracció de raigs X també mostren bastantes similituds entre els horitzons. El sòl del Funicular és una mica més distinta. Per exemple, és l'única localitat

amb un sòl que pertany al grup textural de les arenas fangoses lleugerament gravoses. De la mateixa manera, a la Taula 2 es poden veure altres diferències entre la zona del Funicular i les altres localitats. La Taula 1 també mostra algunes diferències: (1) la coloració és més clara que a les altres zones, característica dels materials típics del seu aflorament (Apartat 3); (2) el pH és més bàsic; (3) el contingut en matèria orgànica és menor; i (4) la conductivitat és menor.

Universalment, està acceptat que la vegetació és el factor més important per explicar la intensitat de l'erosió del sòl (García-Ruiz i López, 2009). Aquesta afirmació ha estat evident durant temps històrics, i s'ha pogut veure reflectida a causa de la deforestació, la modificació de la coberta vegetal lligada a l'expansió demogràfica, etc. (García-Ruiz i López, 2009). A més a més, s'han realitzat diversos estudis per demostrar la influència de la vegetació a partir del mètode científic (Elwell i Stocking, 1976; Lee i Skogerboe, 1985; Cerdà, 1997; etc.). Aquest estudi reafirma el paper bioprotector de la vegetació, obtenint diferències estadísticament significatives entre les simulacions realitzades sobre *A. mauritanicus* i sobre sòl nuu. Aquestes diferències s'han observat a distints paràmetres relacionats amb l'erosió, com són el volum total de descàrrega, la taxa de producció de sediments, el temps d'inici d'escolament, etc. El paper que juga la vegetació en la interceptació de la pluja i, per tant, en l'erosió del sòl, es pot explicar de forma senzilla. Primerament, una part de la precipitació queda retinguda a les fulles, branques, etc. i no arriba al sòl. La fracció de precipitació restant pot impactar directament amb el sòl o bé amb la vegetació. Aquest impacte sobre la flora disminueix l'energia cinètica de les gotes i redueix l'acció de l'*splash* sobre el sòl. *Splash* és un terme emprat per referir-se a l'acció que sofreix el sòl després de l'impacte d'una gota, que provoca la separació de partícules i facilita l'escolament. Cal destacar, que l'*splash* és un dels principals factors d'erosió (García-Ruiz i López, 2009).

Els resultats obtinguts en el nostre estudis es poden relacionar amb el procés d'interceptació. Per exemple, el temps d'entollament (t_e) i el temps d'inici de l'escolament (t_i) presenten una diferència estadísticament significativa entre les simulacions realitzades sobre coberta vegetal i sense ella. Les fulles d'*A. mauritanicus* retenen l'aigua de pluja durant un cert temps, evitant així la seva arribada al sòl. Aquest fet explica que el volum d' escolament durant els primers tres minuts sigui molt menor a les simulacions amb vegetació (Taula 5). No obstant, a partir del minut 6 comença a augmentar el volum d'escolament, possiblement per la saturació de les fulles d'*A. mauritanicus*. L'explicació anterior també serveix per comprendre les diferències de la taxa de producció de sediment al llarg del temps (Taules 6-10). A les simulacions sobre coberta vegetal, la major quantitat de pes es recull a la mostra t15 (les fulles retenen bastanta aigua a l'inici). En canvi, a la simulació sobre sòl nuu la producció de sediments és molt major

a t0 (15,404 g/l), mentre després disminueix degut a l'escolament dels materials més superficials (5,837 g/l i 6,205 g/l).

El volum d'aigua total difereix estadísticament entre les simulacions amb vegetació i sense ella. Principalment, hi ha tres motius per explicar aquest fet: (1) part de l'aigua queda retinguda a les fulles d'*A. mauritanicus* (García-Ruiz i López, 2009); (2) part de l'aigua no cau sobre l'àrea d'estudi a causa de la trascolació, ja que les fulles són molt abundants i no tots els extrems cauen sobre la zona de recollida (García-Ruiz i López, 2009); i (3) la presència de flora augmenta el contingut en matèria orgànica del sòl, augmentant la seva qualitat i la taxa d'infiltració (García-Ruiz i López, 2009).

La taxa de producció també ha presentat diferències estadísticament significatives entre els distints tipus de simulació. Com ja s'ha explicat anteriorment, la presència de vegetació disminueix l'energia cinètica amb la que impacten les gotes de pluja sobre el sòl, disminuint el fenomen *splash* i la taxa erosiva (García-Ruiz i López, 2009). Aquesta diferència es pot observar a partir de la mitjana de les simulacions, amb 5,089 g/l sobre vegetació i 9,149 g/l sobre sòl nuu (un 17,978% més).

Per altra banda, no es troben diferències estadísticament significatives entre les localitats. Com s'ha anat comentat al llarg del treball, les tres zones presenten sòls amb característiques molt similars i, per tant, aquest resultat era esperable.

A. mauritanicus no sols és útil com a bioprotector, sinó que també presenta una gran quantitat de serveis ecosistèmics. L'ús més comú relacionat amb el càrritx a la muntanya mallorquina és la ramaderia. Un elevat percentatge del bestiar només es pot alimentar de les fulles que no superen els tres anys (Mayol, 2002). Per aquest motiu, la realització de focs pastorals és una pràctica habitual, ja que permet la formació de fulles tendres gràcies a la capacitat piròfita de l'espècie (Vilà et al., 2001).

Degut a la orografia de la zona, gran part de l'alta i mitja muntanya de Mallorca presenta sòls poc desenvolupats. Per exemple, les localitats estudiades a aquest treball presenten inceptisòls. A més a més, les àrees muntanyoses es caracteritzen per presentar pendents pronunciades, afavorint l'erosió del sòl (Fox i Bryan, 2000).

Sota aquesta situació es planteja el dilema de la gestió del càrritx. La realització de focs pastorals implica l'eliminació de vegetació durant un cert període de temps, deixant al sòl

desprotegit enfront l'erosió. Com bé ha demostrat aquest estudi, episodis de pluja provocarien una taxa d'erosió elevada, que es veuria agreujada per les pendents típiques de la muntanya mallorquina (Fox i Bryan, 2000). A més, cal tenir en compte que aquestes àrees presenten sòls poc desenvolupats, fent que una petita pèrdua de sòl pugui ser molt perjudicial. Per altra banda, els focs pastorals o altres serveis ecosistèmics que requereixen la talla d'individus també són importants per al manteniment de l'economia, la fauna, la biodiversitat, etc.

En conclusió, aquest treball té per objectiu aportar informació valuosa a tenir en compte a l'hora d'elaborar nous plans de gestió. S'incorpora el paper del càrritx en la conservació del sòl en el debat, ja que abans no hi havia estudis que abordessin quantitativament aquest fenomen. D'aquesta manera, s'espera poder trobar l'equilibri entre la conservació del sòl, la biodiversitat de la zona i l'ús del càrritx com a servei ecosistèmic.

7. Conclusió.

- Es troben diferències estadísticament significatives entre les simulacions sobre càrritx i sobre sòl nuu per a múltiples paràmetres (volum total de descàrrega, temps d'entollament, temps d'escolament i taxa de producció de sediments)
- La localitat no ha presentat influència sobre la taxa d'erosió i l'escolament. Aquest fet pot ser degut a les semblances entre els tres sòls. Calen més estudis per determinar el seu paper.
- La presència d'*A. mauritanicus* disminueix l'erosió del sòl en un 18%.

8. Bibliografía.

Agassi, M., Shainberg, I. i Van der Merwe, D. (1994). Effect of water salinity on inter-rill erosion and infiltration: laboratory study. *Australian Journal of Soil Research*, 32, 595–601.

Badalamenti, E., Militello, M., La Mantia, T. i Gugliuzza, G. (2016). Seedling growth of a native (*Ampelodesmos mauritanicus*) and an exotic (*Pennisetum setaceum*) grass. *Acta Oecologica*, 77, 37-42. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.08.013>.

Barrezueta-Unda, S., Cervantes-Ayala, A., Ullauri-Espinoza, M., Barrera-León, J. i Condoy-Gorotiza, A. (2020). Evaluación del método de ignición para determinar materia orgánica en suelos de la provincia el Oro-Ecuador. *FAVE - Ciencias Agrarias*, 19 (2), 25-36.

Bermúdez, F.L. (2002). *Erosión y desertificación*. Heridas de la Tierra. Nivola, Madrid.

Blott S.J. i Pye, K. (2001). Gradistat, a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surf Process Landf*, 26, 1237–1248. <https://doi.org/10.1002/esp.261>.

Bolòs, O., Vigo, J., Masalles, R.M. i Ninot, J.M. (1990). *Flora Manual dels Països Catalans*. Edicions Pòrtic, Barcelona

Bouma, J. (2012). Hydropedology as a powerful tool for environmental policy and regulations; towards sustainable land use, management and planning. En Lin, H. (Ed.), *Hydropedology: Synergistic Integration of Soil Science and Hydrology*, 483–512

Bourahli, M. El H. i Osmani, H. (2013). Chemical and Mechanical Properties of Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*) Fibers. *Journal of Natural Fibers*, 10(3), 219–232. <https://doi.org/10.1080/15440478.2012.761115>.

Bridges, E.M. i Catizzone, M. (1996). Soil science in a holistic framework: discussion of an improved integrated approach. *Geoderma*, 71(3), 275-287.

Calvo, A., Gisbert, J., Palau, E. i Romero, M. (1988). Un simulador de lluvia portátil de fácil construcción. *Métodos y Técnicas para la Medición de Procesos Geomorfológicos*, 1, 6-15.

Cerdà, A. (1993a). La infiltración en los suelos del País Valenciano: factores y variaciones espacio-temporales. *Universitat de Valencia*, 357.

Cerdà, A. (1993b). Metodologías para del estudio de la hidrología y erosión de superficies degradadas (Badland) a partir de lluvia simulada. *Cuaternario y Geomorfología*, 7, 35–48.

Cerdà, A. (1997). The effect of patchy distribution of *Stipa tenacissima* L. on runoff and erosion. *Journal of Arid Environments*, 36(1), 37-51.

Cerdà, A. (1998). The influence of geomorphological position and vegetation cover on the erosional and hydrological processes on a Mediterranean hillslope. *Hydrological Processes*, 12(4), 661-671.

Cerdà, A. i García-Fayos, P. (1997). The influence of slope angle on sediment, water and seed losses on badland landscapes. *Geomorphology*, 18(2), 77-90.

Cerdà, A., Ibáñez, S. i Calvo, A. (1997). Design and operation of a small and portable rainfall simulator for rugged terrain. *Soil Technonology*, 11, 163-170.

Cerdà, A., Imeson, A.C. i Calvo, A. (1995). Fire and aspect induced differences on the erodibility and hydrology of soils at la costera, Valencia, Southeast Spain. *Catena*, 24, 289–304.

Chenah, M. i Amrani, M. (2018). Physical and Chemical Characterization of *Ampelodesmos Mauritanicus*. En Kallel, A., Ksibi, M., Ben Dhia, H. i Khélifi, N. (Eds), *Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions*, 1235-1236. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70548-4_357.

Commission of the European Communities (CEC) (2006). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Thematic Strategy for Soil Protection. Brussels

Corona, P., Badalamenti, E., Pasta, S. i La Mantia, T. (2016). Carbon storage of Mediterranean grasslands. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 73(1). <http://dx.doi.org/10.3989/ajbm.2406>.

Elwell, H.A. i Stocking, M.A. (1976). Vegetation cover to estimate soil erosion hazard in Rodhesia. *Geoderma*, 15: 61–70.

Fox, D.M. i Bryan, R.B. (2000). The relationship of soil loss by interrill erosion to slope gradient. *Catena*, 38(3), 211-222. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00072-7](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00072-7).

García-Ruiz, J.M. i Bermúdez, F.L. (2009). *La erosión del suelo en España*. Sociedad Española de Geomorfología.

Gil Poyatos, F. (2018). Evaluación de impacto ambiental simplificada. Implantación de Agroturismo en el predio agrícola de Torralba Nou. *CAIB*.

Guijarro, J.A. (1995). Aspectes bioclimàtics del carst de Mallorca. *Endins*, 20 / *Mon. Soc. Hist. Nat. Balears*, 3: 17-26.

Hartemink, A.E. i McBratney, A. (2008). A soil science renaissance. *Geoderma*, 148(2), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.10.006>.

Herbari Virtual del Mediterrani Occidental (2019). *Ampelodesmos mauritanicus* (Poiret) T. Durand et Schinz. [Data de consulta 14 de març de 2022]

<http://herbarivirtual.uib.es/ca/general/604/especie/ampelodesmos-mauritanicus-poiret-t-durand-et-schinz>.

Ibañez Asensio, S., Gisbert Blanquer, J.M. i Moreno Ramón, H. (2011). Inceptisoles. *Universidad Politécnica de Valencia*.

IDEIB (2018). Mapa geològic escala 1:25.000 de 2004 que mostra els diferents materials i contactes que afloren a les Illes. *Servei d'estudis i Planificació de la Girecció General de Recursos Hídrics*. Consultat el 14/06/2022.

https://ideib.caib.es/geoserveis/services/public/GOIB_Geologia_IB/MapServer/WMS/Server.

Knoche, H. (1921). Flora balearica: étude phytogéographique sur les îles Baléares (Vol. 4). *Imp. Roumégous et Déhan*.

Lee, C.R. i Skogerboe, J.G. (1985). Quantification of erosion control by vegetation on problem soils. En El Swaify, W.C., Moldenhauer, W.C. i Lo, A. (Eds), *Soil Erosion and Conservation*, 437–444.

Mayol, J. (2002). La gestió del càrritx, un dilema de conservació. *Fundació Territori i Paisatge en Bellaterra* (Barcelona)

Minissale, P. (1995). Studio fitosociologico delle praterie ad *Ampelodesmos mauritanicus* della Sicilia. *Colloques Phytosociologique XXI*, 615-652.

Poch, R.M i Boixadera, J. (2008). *Sòls de la Cerdanya. Guia de Camp*. Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl (UdL), Secció d'Avaluació de Recursos Agraris (Generalitat de Catalunya).

Rodrigo-Comino, J., Terol, E., Mora, G., Giménez-Morera, A. i Cerdà, A. (2020). *Vicia sativa* Roth. can reduce soil and water losses in recently planted vineyards (*Vitis vinifera* L.). *Earth Systems and Environment*, 4(4), 827-842. <https://doi.org/10.1007/s41748-020-00191-5>.

Sarasini, F., Tirillò, J., Maffei, G., Zuorro, A., Lavecchia, R., Luzi, F., Puglia, D., Torre, L. i Maghchiche, A. (2019). Thermal and mechanical behavior of thermoplastic composites reinforced with fibers enzymatically extracted from *Ampelodesmos mauritanicus*. *Polymer Engineering & Science*, 59(12), 2418-2428. <https://doi.org/10.1002/pen.25093>.

Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (2018a). Delimitacions dedicades a la protecció mediambiental mitjançant mecanismes legals. [actualitzat 11 de març 2022].

Servei d'Informació Territorial de les Illes Balears (2018b). Delimitacions de les figures definides a la Llei 1/91 d'Espais Naturals. [actualitzat 11 de març 2022].

Silva, A. (1998). La materia orgánica del suelo. *Facultad de Agronomía de Montevideo*, 34.

Tinker, P.B. (1985). Soil science in a changing world. *Journal of soil science*, 36(1), 1-8.

Trujillo-González, J.M., Mahecha, J.D. i Torres-Mora, M. (2018). El recurso suelo; un análisis de las funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 31-38. <https://doi.org/10.22490/21456453.2095>.

Universitat Politècnica de València - UPV. (2015a). *Determinación analítica del pH* | | UPV **[Video]**. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=TnuXhhy_zxY&ab_channel=UniversitatPolit%C3%A8cnicaadeVal%C3%A8ncia-UPV.

Universitat Politècnica de València - UPV. (2015b). *Salinidad del suelo: Conductividad 1/5* | | UPV **[Video]**. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=TnuXhhy_zxY&ab_channel=UniversitatPolit%C3%A8cnicaadeVal%C3%A8ncia-UPV.

Vilà, M. i Lloret, F. (2000). Woody species tolerance to expansion of the perennial tussock grass *Ampelodesmos mauritanica* after fire. *Journal of Vegetation Science*, 11(4), 597–606. <https://doi.org/10.2307/3246589>

Vilà, M., Lloret, F., Ogheri, E. i Terradas, J. (2001). Positive fire-grass feedback in Mediterranean Basin woodlands. *Forest Ecology and Management* 147: 3-14. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00435-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00435-7)

9. Annex



Figura 8. Ubicació de les zones on es realitzaren les simulacions a Cúber (imatge superior), el Gorg Blau (imatge central) i el Funicular (imatge inferior). Font: Cartografia de la IDEIB (<https://ideib.caib.es>).

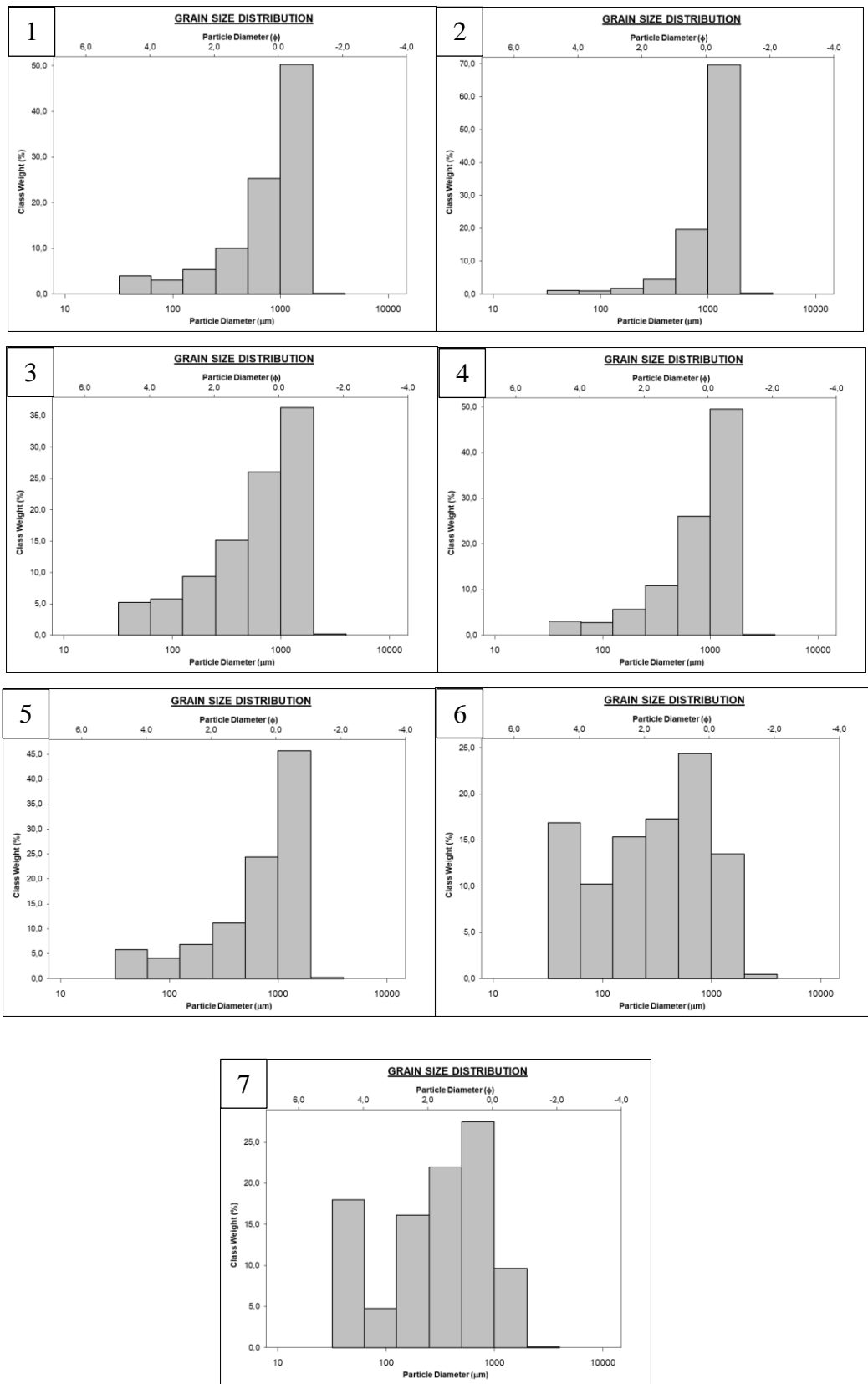


Figura 9. Representacions gràfiques de la distribució de la mida del gra del sediment. 1) Cu A; 2) Cu C; 3) Cu O; 4) GB C; 5) GB O; 6) Fu C; i 7) Fu O. Font: GRADISTAT

Nombre del mapa	media	unidades
Temperatura media de las mínimas anual	7.4	°C
Temperatura media de las máximas anual	17.8	°C
Temperatura media anual	12.6	°C
Número medio de días con precipitación superior a 30 mm anual	8.6	s.u.
Número medio de días con precipitación superior a 10 mm anual	30.6	s.u.
Precipitación media anual	1287	mm

Nombre del mapa	media	unidades
Temperatura media de las mínimas anual	7.5	°C
Temperatura media de las máximas anual	17.9	°C
Temperatura media anual	12.7	°C
Número medio de días con precipitación superior a 30 mm anual	8.9	s.u.
Número medio de días con precipitación superior a 10 mm anual	31.0	s.u.
Precipitación media anual	1397	mm

Nombre del mapa	media	unidades
Temperatura media de las mínimas anual	8.2	°C
Temperatura media de las máximas anual	18.5	°C
Temperatura media anual	13.4	°C
Número medio de días con precipitación superior a 30 mm anual	9.6	s.u.
Número medio de días con precipitación superior a 10 mm anual	31.5	s.u.
Precipitación media anual	1337	mm

Taula 11. Dades de distintes variables climàtiques a les localitats d'estudi. Cúber es la taula superior, Gorg Blau la intermitja i el Funicular la inferior. Font: Visor del Atlas climático de la Península y Baleares, IDEIB

(http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_climatico/visor_atlas_climatico)