



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

*Pot l'hydromulch inhibir o evitar l'emergència de
propàguls de males herbes perennes?*

Prospecció del comportament de propàguls de quatre espècies en dos gruixos d'encoixinat

Treball final de grau

Enginyeria Agrícola

Febrer 2019

Autora: Júlia Yuste Mayer

Tutor: Maite Mas

RESUM

L'*hydromulch*, que consisteix en un *mulch* biodegradable d'aplicació en estat líquid al camp, podria esdevenir un dels mètodes més eficaços per al control de males herbes perennes.

L'objectiu inicial d'aquest treball ha estat estudiar l'efecte de l'*hydromulch* en els rizomes de 4 espècies vegetals perennes considerades males herbes (*Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Paspalum dilatatum* i *Sorghum halepense*). Es vol estudiar si l'*hydromulch* és capaç d'inhibir el rebrot d'aquests propàguls, i en cas de que no sigui així, quantificar la proporció de brots que emergeixen penetrant-lo.

L'*hydromulch* està compostat per pasta de paper, palla, fibra Kraft i guix. S'aprofitarà també per estudiar la duresa d'aquesta barreja en diferents humitats.

Els resultats de l'experiment no han estat del tot els esperats, ja que molts dels brots dels rizomes han emergit lateralment, entre el límit de l'*hydromulch* i el plàstic dels contenidors on es van fer els experiments.

Hem observat que l'*hydromulch* no inhiveix el rebrot dels rizomes d'aquestes espècies vegetals. Totes elles han pogut perforar-lo, però *P. dilatatum* ho ha fet en més proporció que la resta d'espècies.

El volum d'*hydromulch* aplicat és una variable important per al seu rendiment. Hem observat que aplicant 4.44 ml d'*hydromulch* per cm² de superfície, el nombre de perforacions es redueixen a més de la meitat que aplicant 2.22 ml/cm².

No sabem si els rizomes que han emergit lateralment haguessin penetrat l'*hydromulch* si no haguessin pogut emergir lateralment. Per tant, no es pot valorar si l'*hydromulch* ofereix prou resistència als brots de plantes rizomatoses, per a que sigui considerat una eina útil per al control d'aquestes.

RESUMEN

El *hydromulch*, que consiste en un *mulch* biodegradable de aplicación en estado líquido en el campo, podría llegar a ser uno de los métodos más eficaces para el control de las malas hierbas perennes.

El objetivo inicial de este trabajo ha sido estudiar el efecto del *hydromulch* sobre la inhibición del rebrote de los rizomas de 4 especies vegetales consideradas malas hierbas (*Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Paspalum dilatatum* y *Sorghum halepense*). Se quiere estudiar si el *hydromulch* es capaz de inhibir la brotación de estos propágulos, y en caso de que no sea así, cuantificar la proporción de brotes que emergen penetrándolo.

El *hydromulch* estudiado se compone de pasta de papel, paja, fibra Kraft y yeso. Se aprovechará también para estudiar la dureza de esta mezcla con distintas humedades.

El resultado del experimento no ha sido el que se esperaba. Muchos de los brotes de rizomas han emergido lateralmente, entre el límite del *hydromulch* y el plástico de los recipientes donde se hizo el experimento.

Hemos observado que el *hydromulch* no ha inhibido el rebrote de los rizomas de estas especies vegetales. Los brotes de todas ellas han podido perforarlo, pero *P. dilatatum* ha sido la especie que lo ha hecho en más proporción.

El volumen de *hydromulch* aplicado es una variable importante para su rendimiento. Hemos observado que al aplicar 4.44 ml d'*hydromulch* por cm² de superficie, el número de perforaciones se reduce a más de la mitad que cuando aplicamos 2.22 ml/cm².

Algunos brotes han podido perforarlo, pero no sabemos si los brotes que han emergido lateralmente lo hubieran hecho si no hubiesen emergido lateralmente. En consecuencia, no se puede valorar si el *hydromulch* ofrece suficiente resistencia a lo brotes de estas plantas rizomatosas, como para que sea considerado una herramienta útil para el control de estas.

ABSTRACT

The hydromulch, which is a biodegradable mulch of liquid application to the field, could be one of the most effective methods to control perennial weeds.

The aim of this work is to study the inhibitory effect of hydromulch on the establishment of rhizomes of 4 weeds (*Cynodon dactylon*, *Cyperus rothundus*, *Paspalum dilatatum* and *Sorghum halepense*). It wants to study if hydromulch can inhibit the sprouting of this rhizomes, and if it doesn't happen, to quantify the proportion of shoots that can emerge penetrating it.

The studied hydromulch is composed of paper pulp, straw, Kraft fiber and plaster. It will be studied the toughness of this mixture on different moistures.

The results of the experiment have not been totally expected. Most of the shoots have emerge laterally, between the limit of the hydromulch and the plastic of the pot where the experiment was done.

It has been observed that hydromulch doesn't inhibit the rhizomes sprouting. The shoots of all these species had drill the hydromulch, but *P. dilatatum* has been the most.

The applied volume of hydromulch is an important variable for its success. It has been observed that when we apply 4.44 ml of hydromulch per cm² of surface, the number of drills is reduced more than a half, that when we apply 2.22 ml/cm².

Some of the shoots have penetrated hydromulch, but it is not known if the shoots that have emerge laterally would have penetrated the hydromulch if it had not been possible to emerge laterally. So that, it is not possible to define if the hydromulch offers enough resistance to shoot emergence for being a useful tool to control rhizomatous weeds.

INDEX

1. Introducció	8
1.1 Control males herbes	8
1.2 Control males herbes perennes	8
1.3 <i>Mulch</i>	11
1.4 <i>Hydromulch</i>	12
1.5 Espècies de males herbes estudiades	15
2. Objectius.....	26
3. Material i mètodes	27
3.1 Rizomes	27
3.2 Assaig de rebrot previ a l'assaig d' <i>hydromulch</i>	28
3.3 Dispositiu experimental de l' <i>hydromulch</i>	28
4. Resultats i discussió.....	35
4.1 Assaig de rebrot previ a l'assaig d' <i>hydromulch</i>	35
4.2 Dispositiu experimental de l' <i>hydromulch</i>	39
5. Conclusions.....	48
6. Bibliografia	49

Índex d'il·lustracions

Il·lustració 1. Comparació entre un cultiu amb mulch i un sense mulch.	11
Il·lustració 2. <i>Paspalum dilatatum</i>	15
Il·lustració 3. <i>Sorghum halepensis</i>	17
Il·lustració 4. <i>Cyperus rotundus</i>	20
Il·lustració 5. <i>Cynodon dactylon</i>	23
Il·lustració 6. Rizomes de <i>C. rotundus</i> recollits.....	27
Il·lustració 7. Rizomes recollits de <i>S. halepense</i>	27
Il·lustració 8. Pasta de paper.....	29
Il·lustració 9. Guix.....	29
Il·lustració 10. Palla de 2,5 cm.....	29
Il·lustració 11. Fibra Kraft.....	30
Il·lustració 12. Esquema de la variació de les condicions climàtiques de la cambra.....	32
Il·lustració 13. Mapa de distribució de les espècies de rizomes en les safates d'alvèols.....	32
Il·lustració 14. Mapa de distribució de la cambra de germinació.....	33
Il·lustració 15. Rizoma de <i>P. dilatatum</i> amb dos brots i dos arrels.....	36
Il·lustració 16. Rizoma de <i>P. dilatatum</i> amb 3 noves tiges i una arrel principal.....	36
Il·lustració 17. Rizoma de <i>C. dactylon</i> amb dos brots.....	36
Il·lustració 18. Rizoma de <i>C. dactylon</i> rebrotant.....	36
Il·lustració 19. Rizoma de <i>S. halepense</i> amb una tija.....	37
Il·lustració 20. Rizoma de <i>S. halepense</i> rebrotant.....	37
Il·lustració 21. Tubercle de <i>C. rotundus</i> amb dos tiges aèries.....	38
Il·lustració 22. Tubercles de <i>C. rotundus</i> amb una tija aèria.....	38
Il·lustració 23. Brot de <i>P. dilatatum</i> que ha emergit lateralment.....	41
Il·lustració 24. <i>C. rotundus</i> que ha perforat l'hydromulch prim.....	41
Il·lustració 25. Forat fet per un brot de <i>C. rotundus</i> , que no ha aconseguit travessar l'hydromulch.....	43
Il·lustració 26. Creixement erràtic d'un brot de <i>C. rotundus</i> a causa de l'hydromulch.....	43
Il·lustració 27. Esquema del procediment per mesurar el grossor de l'hydromulch.....	44
Il·lustració 28. Hydromulch on s'ha mesurat la força.....	45
Il·lustració 29. Penetròmetre utilitzat.....	45

Índex de taules

Taula 1. Règim de reg de l'experiment	34
Taula 2. Calendari d'emergència dels brots en l'assaig de rebrot control.....	35
Taula 3. Nombre d'alvèols amb rizomes amb brots emergits respecte el nombre d'alvèols.....	40
Taula 4. Recompte de alvèols amb rizomes amb brots que no han emergit a causa de la cobertura d'hydromulch prim i gruixut.....	43
Taula 5. Recompte d'alvèols amb rizomes amb brots en els diferents pisos de la cambra de germinació.....	44
Taula 6. Valors de les mitjanes del grossor de l'hydromulch i la força mesurada amb el penetròmetre.....	45
Taula 7. Taula de les mitjanes de kg de força necessaris per penetrar els hydromulchs.	46
Taula 8. Mitjana dels valors que caracteritzen la grandària dels rizomes que han rebrotat.....	47
Taula 9. Mitjana dels valors que caracteritzen la grandària dels rizomes que no han rebrotat.	47

Índex de figures

Figura 1. Alvèols on el rizoma ha mostrat brots	40
Figura 2. Percentatge d'alvèols amb brots laterals o brots que han perforat l'hydromulch per espècies	41
Figura 3. Recompte de brots que han travessat l'hydromulch	42

1.Introducció

1.1 Control males herbes

La malherbologia és la ciència que estudia diversos aspectes, com ara el maneig, de les males herbes que creixen amb els cultius que ens interessin.

El resultat de la interferència entre un cultiu i les males herbes depèn significativament de l'hàbitat dels organismes implicats en la captació dels recursos. Hi ha dos elements claus que donen aquesta habilitat (Harper, 1977): una emergència avançada en comparació amb el seu competidor i/o la capacitat d'establir una gran quantitat de plàntules.

Les males herbes són una de les restriccions biòtiques més severes per a la producció d'aliments (FAO, 2017). Es calcula que aproximadament en tot el món un 34% de la pèrdua de producció en els principals cultius agrícoles està atribuït a l'efecte competitiu de les males herbes, aquestes pèrdues són més grans que les pèrdues causades per qualsevol plaga agrícola (Jabran et al., 2015). Més del 50% del total del treball de l'agricultor i el 40% dels costos de producció, es gasten en combatre-les (Akobundu, 1980).

1.2 Control males herbes perennes

Les plantes vivaces perennes desenvolupen òrgans vegetatius capaços de sobreviure al hivern, a estacions seques o a altres períodes desfavorables per al creixement. Aquest òrgans han de tenir teixits capaços de donar lloc a noves arrels i tiges, i teixits capaços d'emmagatzemar reserves energètiques per a la respiració i per a la formació de noves arrels i tiges en estadis primerencs. Si són tiges transformades poden ser bulbs, rizomes o estolons i si són arrels transformades poden ser tubercles radiculars o arrels napiformes.

La multiplicació vegetativa esdevé espontàniament en moltes de les plantes vivaces perennes com a resultat de la divisió de les estructures vegetals per la mort dels teixits que les connecten.

La capacitat de les males herbes perennes per a multiplicar-se i/o brotar a partir de teixits vegetals i de perdurar al sòl durant períodes llargs o poc favorables, fa que sigui molt complicat el seu control.

Els mètodes de control de males herbes perennes que s'utilitzen actualment, són els mateixos que els mètodes de control de males herbes anuals, però per a una bona gestió, s'ha de tenir sempre en compte tot el què es conegui sobre espècies que ens interessin (fisiologia, biologia reproductiva, dinàmica de poblacions, interaccions amb altres poblacions, ...).

Hi ha 5 mètodes de control de males herbes: el control químic, el de prevenció, el cultural, el biològic i el mecànic.

El **control químic**, el mètode de control de males herbes més utilitzat actualment, es fa a través d'herbicides; aquests, són molt efectius contra la majoria de males herbes, però no són una solució completa per al seu maneig (Harker i O'Donovan, 2013). L'ús excessiu d'herbicides ha

generat que apareguin i siguin cada cop més abundants les males herbes resistents a ells (Beckie, 2006; Egan et al., 2011; Powle i Yu, 2010).

Les males herbes resistents al herbicida actualment més utilitzat del món, el Glifosat, s'han detectat a més de 20 països (23 espècies) (Heap, 2012). Les poblacions, cada cop més nombroses, de males herbes resistents a herbicides, han pressionat als investigadors a desenvolupar nous sistemes de control de males herbes independents dels herbicides (Powles i Matthews, 1992).

El **control preventiu** és una part molt important del control de males herbes. Un cop una herba s'ha establert al camp, a seva erradicació suposa mots costos, per això s'ha d'evitar arribar a aquest moment. El control preventiu té com a objectiu evitar l'entrada de noves males herbes al camp, i detectar-les i erradicar-les ràpid, abans de que aquestes estableixin una població.

El **control cultural** de males herbes inclou a tots els aspectes de una bona atenció del cultiu, amb la finalitat de minimitzar la interferència de males herbes amb aquest (Akobundu, 1978).

La FAO (Organització de Nacions Unides per l'Agricultura i l'Alimentació) defineix com a tècniques de control cultural: fomentar la competitivitat de les plantes que es cultiven augmentat la densitat de sembra, fer servir varietats ben adaptades al medi o amb propietats al·lelopàtiques, l'ús de cobertes vives, l'ús de fertilitzants orgànics o inorgànics per tal d'augmentar la competitivitat del cultiu, un bon maneig de l'aigua de reg, la rotació de cultius, l'ús del foc i l'encoixinat.

El **control biològic** és l'ús d'organismes per tal de disminuir la densitat de població d'una espècie de mala herba. El control biològic generalment redueix significativament la abundància de plagues, però en alguns casos, simplement eviten el dany causat per la plaga, sense reduir la abundància de plagues (Lockwood, 2000).

El control biològic, ben utilitzat, pot oferir una solució econòmica, segura i ambientalment sostenible al control de les males herbes, però encara no està prou desenvolupat per donar solucions a totes les males herbes existents (Cruettwell, 1998).

El "Manual de control de males herbes" de la Universitat de Utah State, divideix els mètode de **control mecànic** en els següents:

-Arrancar les males herbes: És un mètode molt eficaç en plantes anuals, arbustos o inclús arbres joves. En el cas de les plantes vivaces perennes no és tan efectiu, ja que fàcilment deixarem rizomes al sòl. Les plantes anuals es poden arrencar amb la mà. Aquesta tècnica proporciona un impacte ecològic petit, no danya a les plantes veïnes, i té un cost baix o nul d'equipament. Tot i així, es una feina intensa i només és rentable en àrees petites.

-Segar o tallar les plates: Són tècniques que poden reduir la producció de llavors i restringir el creixement de les males herbes, especialment en plantes anuals, si es tallen abans de que floreixin (Hanson, 1996). Tot i així, hi ha algunes espècies que creixen vigorosament quan es tallen, reemplaçant una o poques tiges per moltes que ràpidament poden floreixen i donen llavor. És una bona opció de control de males herbes vivaces perennes, però la seva efectivitat depèn molt de l'espècie, el temps i la execució (Melander et al., 2012).

-Pasturatge: El pasturatge difícilment ens permetrà eliminar una població de males herbes, però si que pot servir per reduir-ne la densitat. També pot passar que els animals propaguin les llavors de males herbes. S'ha de triar acuradament en quin moment fem entrar els animals al camp, quina espècie d'animals utilitzem o quines tècniques de pastura utilitzem (pastoreig rotacional, lliure, parcel·lari).

-Punxament (*stabbing*): Algunes plantes es poden matar al tallar o lesionar la estructura de emmagatzematge de carbohidrats a la base de la planta. Depenent de l'espècie, aquesta estructura pot ser una arrel principal, un rizoma, o bulbs. Tallar l'accés a aquestes estructures pot ajudar a debilitar en gran mesura a algunes espècies.

-Anellament: L'anellament s'utilitza sovint per controlar arbres o arbustos d'un sol tronc. Consisteix en tallar una capa de alguns centímetres d'amplada al voltant del tronc. La tira s'ha de tallar prou profundament per a danyar el cambium vascular de l'arbre, i així impedir que la planta pugui subministrar carbohidrats a les àrees de producció i punts de creixement.

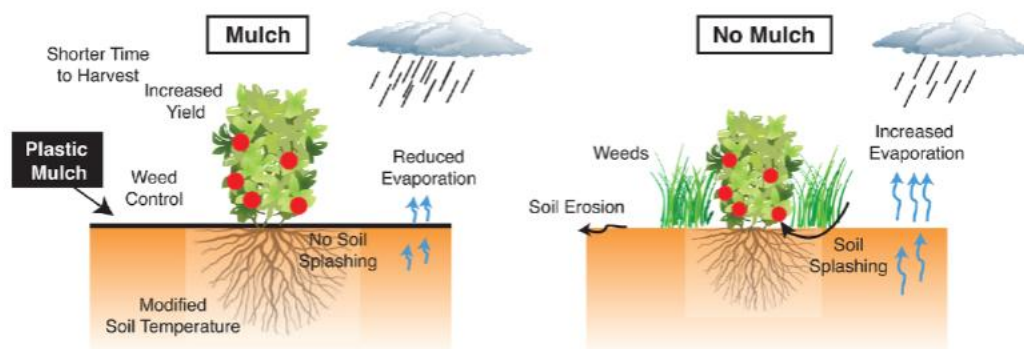
-Llaurar el sòl: És una tècnica efectiva contra plantes anuals i perennes de poca profunditat, tot i que sempre poden quedar fragments de rizoma que rebrotin. S'ha de llaurar abans de que es produeixi la maduració de llavors. El control és millor si el sòl es manté sec i els fragments de plantes s'assequen del tot.

-Solarització: És la tècnica de col·locar una coberta sobre el sòl (generalment de plàstic negre o transparent) per tal d'atrapar la radiació solar i acusar un augment de les temperatures i així matar les plantes, no només les plàntules de males herbes, sinó també els fitopatògens edàfics.

Algunes llavors de males herbes són resistents a temperatures altes, i aquest mètode pot ser no prou eficient. És més eficient contra males herbes anuals que germinen sota condicions de fred (Elmore, 1990). En mesos d'estiu és més eficient ja que s'arriba a temperatures més altes. (DeVay 1990). És eficient quan el sòl està humit. On els sòls són típicament secs, s'han de regar prèviament fins que els primers 50 o 60 cm de profunditat estiguin a capacitat de camp (Grinstein i Hetzroni, 1991).

-Inundació: En situacions on és disposta de molta aigua, las inundacions poden utilitzar-se per a controlar algunes espècies de males herbes. Per altra banda, hi ha espècies rizomatoses, però, que poden sobreviure bastants mesos en condicions d'inundació.

-**Mulch**: El terme *mulch* significa cobertura en anglès. Consisteix en cobrir el cultiu amb materials orgànics o inorgànics per a tal de reduir la presència de males herbes (Martín-Closas et al., 2017), modificar la temperatura del sòl i conservar la humitat (Kader et al., 2017) i millorar la producció del cultiu (Padhyay et al., 2018).



Il·lustració 1. Comparació entre un cultiu amb mulch i un sense mulch. Font: Henry, Sintim i Flury, 2017

1.3 Mulch

El *mulch* més utilitzat fins ara està fet de polietilè (PEM). Els motius d'això són el seu baix preu, el fàcil processat, la llarga durada i la flexibilitat del material (Kasirajan i Ngouajio, 2012).

El plàstic negre fa que augmenti la temperatura del sòl ja que absorbeix més la radiació solar. Això proporciona un augment de la humitat, un millor rendiment del cultiu, creix el contingut foliar (Malagamba, 2015). Al ser opac, també ajuda a controlar l'emergència de males herbes, ja que aquestes no poden créixer sense llum fotosintèticament activa (Brault i Steward, 2002).

Els blancs per fora i negres pel costat que està amb contacte amb el sòl, impedeixen el creixement de males herbes, reflexen la llum sobre les plantes i disminueixen la calor durant el dia. No es recomanen en llocs freds ja que no ajuden a augmentar la temperatura del sòl (pala et al., 2015).

Tot i això, cada cop hi ha més consciència de que el seu ús té un impacte negatiu en el sòl i encara que es retirin un cop s'ha fet la collita, mai són completament extrets del sòl, deixen romanents que poden persistir durant dècades (Feuilleley et al., 2005) i inclús poden arribar a entrar en la cadena alimentària (Barnes et al., 2009). Per a aquest motiu s'estan buscant alternatives amb plàstics reciclables.

Els plàstics biodegradables (PMB) estan dissenyats per a ser llaurats amb el sòl després del seu ús i que els microorganismes residents al sòl el degradin (Bandopadhyay et al., 2018).

Un dels principals condicionants de l'ús d'aquests materials com a coberta plàstica és el seu elevat cost en relació al plàstic convencional (López-Marin et al., 2010). Per això s'estan prenent mesures d'ajuda econòmica per part dels organismes governamentals, per a que els productors utilitzin aquests materials (López-Marin i Rodríguez, 2008).

Una alternativa són les cobertes de paper, que es poden aplicar en el sòl utilitzant la mateixa maquinària que per l'aplicació de les cobertes plàstiques amb un mínim d'ajustos, encara que la seva aplicació és més costosa i difícil que la dels plàstics (Shogren i David, 2006).

Altres cobertes molt utilitzades sobretot en l'agricultura orgànica, són les cobertes orgàniques, que apart de ajudar al control de males herbes, el control de l'aigua i elevar la temperatura,

aporten matèria orgànica al sòl, millorant la seva estructura, aportant nutrients al sòl a mesura que es descomposa i augmentat la diversitat biològica del sòl.

Els materials utilitzats en cobertes orgàniques inclouen els residus de cultius com el blat de moro, sorgo, arròs o altres cereals, males herbes tallades i secades, residus de cultius perennes, cartrons o restes de poda. S'ha de tenir en compte que alguns d'aquests materials poden generar les condicions ideals per a la proliferació de moltes plagues que poden danyar els cultius (Shenk i Saunders, 1984).

Està demostrat que les restes de poda són un dels *mulch* més efectius en la producció hortícola (Tariq et al., 2012). Tot i així, aquests tipus de *mulch* comporta molta mà d'obra, ja que el maneig no és pot fer mecànicament com el de les cobertures de plàstic.

Entre les cobertes orgàniques també trobem els cultius de cobertura o *mulchs* vius.

La integració de cultius de cobertura en un sistema de cultiu (mitjançant cultius intercalats, de ressebra o doble cultiu) pot servir per reduir les poblacions de males herbes i a més aportar i conservar nitrogen al sòl, reduir la erosió del sòl i augmentar el contingut de matèria orgànica al sòl (Hartwig i Hoffman 1975).

Els cultius de cobertura són una eina útil per eliminar males herbes en agricultura de conservació, integrada i ecològica. És important utilitzar cultius de cobertura adaptats localment que tinguin un establiment ràpid, una bona cobertura del sòl i una alta producció de matèria seca. Tot i així, es requereixen unes mesures addicionals de maneig de males herbes si es volen obtenir bons resultats. (Dorn i Jossi, 2015)

Les cobertures vegetals també han estat molt utilitzades pel seu potencial al·lelopàtic (Jarban et al., 2015). La al·lelopatia és una interacció bioquímica entre plantes i per tant, els residus de plantes en la superfície del sòl, poden alliberar substàncies bioquímiques que poden afectar a la germinació de llavors i creixement d'espècies problemàtiques per a cultius (Nichols et al., 2015). Els efectes dels al·leloquímics a part d'inhibitoris poden ser estimulants (Sturm et al., 2016), per tant dependrà de les espècies utilitzades com a residu i les males herbes que s'intenten inhibir.

1.4 Hydromulch

Davant la problemàtica ecològica de les cobertes de plàstic, l'elevat cost dels plàstics biodegradables, i les dificultats de maneig de les cobertures orgàniques, es planteja una alternativa orgànica de fàcil maneig per a cultius perennes, l'*hydromulch*.

L'*hydromulch* difereix la resta de *mulch* orgànics en que la seva aplicació és líquida. Amb l'ús d'una bomba connectada a una mànega s'aplica aquesta solució líquida al sòl, la qual, al cap d'unes 12 hores, s'assecarà creant una crosta dura que cobrirà l'àrea on s'hagi aplicat (Warnick et al., 2006).

L'*hydromulch* pot està integrat per molts compostos diferents, una base que acostumarà a ser de fibra de paper o de cotó o similar i diferents elements que li donaran les característiques buscades. El material més utilitzat com a base és el paper kraft (Liburd et al., 1998).

Un dels requisits que ha de complir el cultiu per a que l'*hydromulch* sigui una bona eina per al control de les males herbes, és que ha de ser un cultiu perenne (per exemple el cultiu de la vinya) o semi-perenne (com per exemple el cultiu del pebrot, que el podem allargar bastants mesos); ja que si sembrem llavors i després apliquem l'*hydromulch*, interferirem en el desenvolupament d'aquestes. El mateix passarà si plantem planter. A més, si el cicle del cultiu és molt curt, és possible que l'*hydromulch* no tingui prou temps per degradar-se un cop aquest acabi i vulguem començar amb el següent cultiu.

Un dels avantatges que planteja l'*hydromulch*, és que un cop acabat el seu ús es descompon totalment i s'incorpora al sòl (Merfeild, 2002; Salokangas, 1973).

A més de ser una eina per al control de males herbes, alguns dels beneficis que proporciona són: l'augment de la temperatura del sòl, l'augment del rendiment del cultiu, i l'augment de matèria orgànica al sòl un cop el *mulch* és descompost (Smith, 1931). A més, al estar majoritàriament format per paper, és higroscòpic, és a dir, té la capacitat d'absorbir la humitat del medi (Haapala et al., 2014). Això li permet una millor regulació i conservació de la humitat comparat amb les cobertures de plàstic (Ahokas et al., 2014).

L'*hydromulch* també pot jugar un paper important en el control de plagues d'insectes o malalties, ja que interfereix en el moviment dels insectes entre el sòl i la planta (Haapala, 2014).

Warnick et al. (2006) van realitzar un estudi on comparaven els efectes d'un *mulch* de polietilè i un *hydromulch*. L'*hydromulch* que van utilitzar estava compostat per un líquid de paper biodegradable barrejat amb restes de cotó, guix i un adhesiu. En termes de biomassa de males herbes van observar que aquesta havia disminuït sota el tractament dut a terme amb *hydromulch* en comparació amb un sòl no tractat, però no obstant això la biomassa era major en comparació amb el sòl tractat amb *mulch* de polietilè.

En aquest mateix estudi, van observar com l'*hydromulch* frenava totes les males herbes de fulla ample, però *Cyperus rotundus* (una espècie perennes considerada mala herba) el perforava. Com s'ha dit anteriorment, el control de males herbes perennes és més difícil que el de les males herbes estacionals. Una de les línies de millora de l'*hydromulch*, és que pugui frenar l'emergència de males herbes perennes. En aquest treball s'estudiarà d'interacció entre *C. rotundus* i tres espècies vegetals perennes de males herbes amb l'*hydromulch*.

Si volem una agricultura més sostenible, necessitem que cada cop s'utilitzin més pràctiques respectuoses amb el medi ambient (Warnick et al., 2006). Per a que l'*hydromulch* pugui arribar a competir amb el plàstic de polietilè, necessitem que doni uns bons resultats de resistència a les males herbes (estacionals i perennes) i s'ha de millorar la seva composició, gruix, mètode d'aplicació, i la seva degradació. Només així s'estendrà el seu ús, i això permetrà que baixi el seu preu. (Haapala et al., 2014).

Apart de les aplicacions en l'agricultura, veiem que l'ús de l'*hydromulch* s'està estenent en el camp de la restauració ambiental i la jardineria, amb una tècnica anomenada hidrosembra. La hidrosembra consisteix en aplicar sobre el terreny, amb equips de bombeig, una barreja d'aigua, fertilitzant, llavors i *mulch*, amb l'objectiu d'aconseguir una sembra ràpida i fàcil (Faucett et al., 2006).

Les condicions d'aquesta barreja afavoreixen la germinació de les llavors, eviten l'erosió del sòl a causa de la pluja i el vent, i ajuden al control de males herbes. És una tècnica molt útil per a la restauració de terrenys on hi ha hagut incendis i per a cobrir terrenys molts grans, de difícil accés o pendents empinades.

El treball dut a terme per Micó (2018), on es caracteritzava mecànicament diferents barreges d'*hydromulch*, ha servit de precedent per a aquest estudi. La barreja d'*hydromulch* que hem utilitzat per a aquest treball, és una de les que va donar millors resultats de punxonament i tracció en el seu estudi.

En aquest treball volem veure com interacciona aquesta barreja d'*hydromulch* amb els rizomes d'algunes males herbes perennes. Alguns dels interrogants que es vol resoldre són: pot ser que l'*hydromulch* inhibeixi capacitat de rebrotar dels rizomes?; pot ser que no inhibeixi la capacitat de rebrotar però impedeixi l'emergència de brots?; si apliquem volums d'*hydromulch* diferents a la superfície, els resultats varien?; i finalment, en cas de que els brots dels rizomes perforin l'*hydromulch*, quin % ho farà? és una eina eficient per al control de males herbes perennes?

1.5 Espècies de males herbes estudiades

En aquest estudi s'ha treballat amb 4 espècies vegetals perennes considerades males herbes perennes: *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Paspalum dilatatum* i *Sorghum halepense*. Aquestes 4 espècies tenen àrees de distribució molt grans a nivell mundial, i les trobem en la majoria de camps i marges dels camps del territori català. *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus* i *Sorghum halepense* són tres de les deu pitjors males herbes del món (Holm et al., 1977).

1.5.1 *Paspalum dilatatum*

Situació taxonòmica

Família: *Poaceae*

Tribu: *Paspaleae*

Gènere: *Paspalum*

Espècie: *Paspalum dilatatum*

Nom comú: Agram o gram de fulla ampla

Nom comú en anglès: *Dallisgrass*



Il·lustració 2. *Paspalum dilatatum*.
Font: Mannerje i Jones (1992)

Paspalum dilatatum és una planta perenne, rizomatosa, amb tiges que arriben entre els 60-160 cm d'altura de mitjana (Havard-Duddas, 1968). Es propaga per llavors i rizomes. El seu sistema radicular li permet una ràpida ocupació homogènia del terreny (Recasens i Conesa, 1990).

És una planta al·lòctona de la Península Ibèrica, d'origen tropical. És nativa de Brasil, Bolívia, Chile, Guyana, Paraguai i Uruguai (Missoure Botanical Garden, 2017). El seu ús agrícola com a cultiu farratger és important en regions càlides, com alguns països sud-americans (Brasil, Argentina, Uruguai...), al sud-est d'Estats Units i a Austràlia (Tischler i Burson, 1999).

A la Península, s'estén per la vessant atlàntica, el quadrant Nord-oriental (Recasens i Conesa, 1990) y el terç Sud (Inra-Dijon, 2001).

La majoria de les llavors es produeixen per apomixis. També hi ha pol·linització creuada en alguns cassos (Adams et al., 1981).

Les seves llavors, degut al seu cicle lligat a les pluges estivals, germinen amb rapidesa amb una llindar mínim de temperatura de 12-15°C (Recasens i Conesa, 2002).

Importància econòmica

Les característiques que fan d'aquesta planta un cultiu farratger d'interès són la seva resistència al trepig i a la pastura i la resistència tant a la sequera com a l'excés d'aigua, gràcies a un sistema radicular molt extens. A més a més, la seva poca variabilitat genètica, deguda a l'apomixi, permet que el cultiu sigui molt homogeni (Garcia et al., 2001).

Tot i les bones característiques com a farratgera, la seva difusió s'ha vist dificultada degut a diversos inconvenients per a la producció de llavors. La principal causa és la susceptibilitat a l'atac del fong *Claviceps paspali* (Bruni i Echeverría, 2001).

Mètodes actuals de control

El trepig i a la compactació del sòl per part de la maquinària agrícola no són cap impediment perquè la planta s'expandeixi (Borràs i Reguant, 2003).

Les plantes petites es poden eliminar traient els rizomes. Les plantes tallades, es regeneren molt ràpid, per tant, si dallem també hem d'aplicar algun herbicida (Henry et al., 2007).

El control d'aquesta mala herba es basa en la aplicació primaveral de herbicides en post-emergència no selectius (Glifosat, Sulfosat) o selectius (Fluazifop-butil, Fluasifop-P-butil, Haloxifop metil, Propanil) (Henry et al., 2017).

Condicions de rebrot

Segons Borràs i Reguant (2003), per obtenir un % de rebrot superior al 50%, els fragments de rizoma han de tenir més de 3 nusos, amb fragments de 2 o 3 nusos es donen % de rebrot inferiors al 10%. També afirmen que existeix una relació significativa ($P < 0,05$) entre la longitud dels brots formats a partir de fragments de rizoma i la longitud i el pes sec inicial del fragment.

Segons Cornaglia et al. (2003), el pastoreig i la inundació a camp de les plàntules de *P. dilatatum*, ajuden al seu desenvolupament i creixement. Per tant, és millor mantenir condicions d'aigua abundant per al rebrot de rizomes de *P. dilatatum*.

1.5.2 *Sorghum halepense*

Situació taxonòmica

Família: *Poaceae*

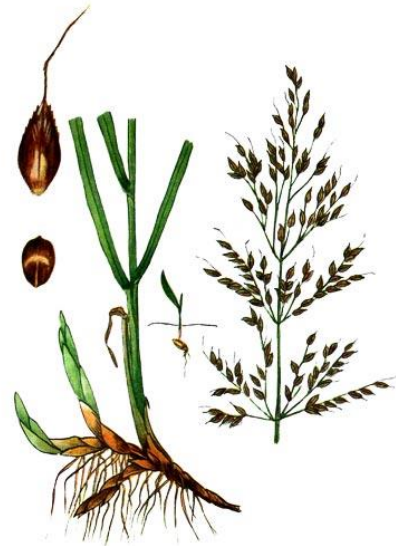
Tribu: *Paspaleae*

Gènere: *Sorghum*

Espècie: *Sorghum halepense*

Nom comú: Alep

Nom comú en anglès: *Johnsongrass*



Il·lustració 3. *Sorghum halepense*.

Font: Melnichuk i Kovalivska (1972)

És una planta perenne, rizomatosa de 30-40 cm d'altura de mitjana. Es propaga per llavors i rizomes. Els rizomes fan fins 1 cm de diàmetre i 2 m de llargada. Els nusos i entrenusos d'aquests rizomes, sovint estan coberts d'una membrana marró. El sistema radicular es ramifica i arriba a profunditats de 1,2 metres. (Warwick i Black, 1983)

Fa unes inflorescències en panícula laxa i allargada. Les fulles són de 20-60 cm de llarg i de 1,0-3,3 cm d'amplada, i amb una nervació central prominent i blanca. Les beines de les fulles acanalades i sense pèl, tenen marges sobreposats oberts i una lígula membranosa amb una franja pilosa, de 2 a 5 mm de llarg. Les tiges amb flor no estan ramificades, de 0,5 a 3,0 m de alt i de 0,5 a 2,0 cm de diàmetre, sovint presenten arrels adventícies basals de suport. La inflorescència és una panícula ramificada, de color verd pàl·lid a vermellós, de 15 a 50 cm de llarg. Les espiguetes generalment estan per parelles, però cap a la part superior de la inflorescència apareixen grups de tres. Les espiguetes fèrtils son ovoides, piloses, de 4,5-5,5 mm de llarg; les arestes, si n'hi ha, fan de 1-2 cm de llarg i es dobleguen. El gra es manté tancat per glumes de 4-6,6 mm de llarg, i 2-2,6 mm d'amplada. Aquestes són marrons o negres, brillants. (Warwick i Black, 1983).

És originària del sud-est d'Europa (Pier, 2008). Actualment es troba en totes les grans àrees agrícoles de latituds entre 55°N i 45°S (Holm et al., 1977).

No tolera climes molt freds, ja que en condicions de laboratori els rizomes exposats a -3°C durant un període de 24h moren (Hull, 1970; McWhorter, 1972).

Els rizomes tampoc toleren temperatures molt altes, la exposició a temperatures de la superfície del sòl entre 50 i 60°C entre 1 i 3 dies, els mata (McWhorter, 1972).

L'alep acostuma a auto-pol·linitzar-se, tot i que també es coneixen casos de pol·linització creuada entre espècies del mateix gènere (Tarr 1962).

Fa un gran nombre de llavors. A cada espigueta sèssil es produeix una llavor. El nombre de espiguetes sèssils per panícula varia entre 31 i 352 depenent del individu (MaWhorter, 1971).

En condicions climàtiques favorables, els rizomes primaris estan vius al principi de la estació de creixement i comencen a fer gemmes per a nou creixement. Les segones extensions dels primers rizomes, broten a principis de estiu per a formar noves plantes. Després de la floració, es formen els tercers rizomes, que hivernen i produeixen plantes en la següent temporada (Holm et al., 1971; Looker, 1981).

La propagació per rizomes és la més important en els llocs on no hi ha un control mecànic o químic de males herbes (McWhorter, 1973).

Importància econòmica

Com s'ha dit anteriorment, és considerada una de les deu pitjors espècies de males herbes del món (Holm et al., 1977). Sent la principal mala herba dels cultius de blat de mono, cotó i canya de sucre en climes tropicals i temperats, 53 països l'any detectat en 30 cultius diferents (Warwick i Black, 1982). Causa reduccions de la producció del 25-50% en canya de sucre (McWhorter, 1972), 12-33% en blat de moro (Holm et al., 1977), 23-42 % en soja (McWhorter i Hartwig, 1972).

També es una hoste alternatiu per a molts insectes, nematodes i bacteris que poden afectar negativament alguns cultius com el sorgo i el blat de moro (S. I. Warwick i L. D. Black, 1982).

El pol·len de l'alep també contamina les flors del sorgo cultivat (Monaghan, 1979) i això provoca que es formin unes llavors més petites (Youngclaus, 1972).

Els extractes de fulles vives en descomposició i de rizomes i els lixiviats del sòl infestat amb alep, inhibeixen la germinació i el desenvolupament de plàntules de moltes espècies, incloent la civada, el trèvol, la soja o el blat (Abdul Wahab i Rice, 1967)

La capacitat competitiva del alep també pot atribuir-se a la seva taxa de creixement molt alta que esgota el sòl de nutrients essencials per a altres plantes (Horowitz, 1973).

-Beneficis

S. halepense va ser introduït a Nord Amèrica com a cultiu farratger, i encara és un cultiu important al sud-est dels Estats Units i altres àrees del món (Bennett, 1973). La qualitat del farratge augmenta amb la fertilitat de la parcel·la i disminueix amb la maduresa de

la planta (Essig et al., 1911). El seu contingut de proteïna és similar al de l'alfals (Looker, 1981).

Com que forma una xarxa de rizomes molt gran, s'ha utilitzat per controlar l'erosió del sòl (Benneft, 1973).

Mètodes actuals de control

L'alep és una planta molt sensible al nitrogen. Per exemple, quan està plantada com a cultiu, la producció incrementa de 4700 al 9000 kg/ha quan s'afegeixen 54 kg de nitrogen per a hectàrea (Bennett, 1973).

Segar sovint o pasturar animals, mata les plàntules d'alep, redueix el creixement de rizomes i impedeix la producció de llavors (Bennet, 1973; Horowitz, 1972; Lokker, 1981; McWhorter, 1973).

Segons McWhorter (1973), la producció de rizomes es veu reduïda al 99%, quan es llaura la zona infestada sis vegades cada 2 setmanes en la temporada de creixement. Tot i així, si es llaura el camp massa d'hora, es pot afavorir el creixement dels rizomes, redistribuint els rizomes per al camp i preparant un llit de sembra ideal per al seu desenvolupament (McWhorther, 1973; Lolas i Coble, 1980).

Quant al control químic, s'han desenvolupat molts herbicides de pre-emergència per a les plàntules d'alep, mentre que el control de rizomes és més complicat. Segons Azlin i McWhorter (1981), amb l'herbicide de post emergència anomenat metriflufen (2-(4-(4-trifluoromethylphenoxy)phenoxy)-propanoic acid) aplicat en dosis de 0.6-2.2 kg/ha, s'obtenen resultats excel·lents per al control de plàntules i rizomes.

Condicions de germinació

Els rizomes d'alep necessiten per a rebrotar una temperatura de com a mínim 10°C, i com a molt 28°C. A 15°C ho fa el 14%, i a 23°C el 82% (Hull, 1979).

Segons Lolas i Coble (1980), els rizomes més grans de 10 cm rebroten molt abans que els fragments de rizoma més petits (al voltant de 20-30 dies).

Segons Lodd et al. (2011), a mesura que augmentem la temperatura (fins a 16°C, després es manté estable), el nombre de brots/rizoma augmenta.

1.5.2 *Cyperus rotundus*

Situació taxonòmica

Família: *Cyperaceae*

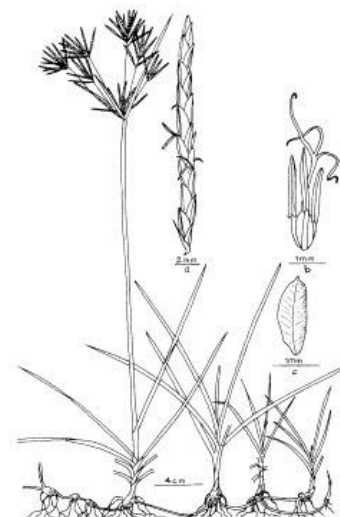
Tribu: *Cypereae*

Gènere: *Cyperus*

Espècie: *Cyperus rotundus*

Nom comú: Castanyola, jonça

Nom comú en anglès: *Purple nutsedge*



Il·lustració 4. *Cyperus rotundus*.

Font: Mercado (1979)

És una planta perenne i rizomatosa, de metabolisme C4. Les tiges florals fan fins a 60 cm d'altura, són triangulars, llises i amb un bulb basal. Les fulles tenen un nervi central, són lineals, normalment més curtes que la tija floral, de fins a 7 mm d'amplada. La inflorescència es una umbel·la oberta i terminal, de 3 a 10 radis, que suporten espiguetes aplanades de color marró rogenc o marró porpra, de 1 a 2 cm de llarg. Glumes fortament carenades amb nervi només sota carena, de 2-3 mm de llarg.

El rizomes són rodons o cilíndrics, de color negre o marró fosc, i de 1 a 2 cm de llarg quan estan totalment desenvolupats. Cada tubercle té un brot apical i alguns brots laterals.

La seva xarxa de rizomes i tubercles es pot arribar a estendre partint d'una planta inicial, fins a 22 m² al voltant d'aquesta, en 60 setmanes (Webster, 2005). Quan no hi ha competència amb altres plantes, el *C. rotundus* produeix tubercles ràpidament; un sol tubercle dona lloc a una planta que pot arribar a produir 378 tubercles després de 107 dies de creixement (Webster, 2005).

Normalment el cicle de vida d'aquesta planta, comença amb el creixement de la gemma apical d'un tubercle. El tubercle fa una tija, que forma un bulb basal a prop de la superfície del sòl, i aquí es desenvolupen la tija aèria, i les noves arrels.

La majoria de les llavors de *C. rotundus* no són viables; tenen un percentatge de germinació del 1-5% (Holm et al., 1977), tot i que això pot ser molt ja que la producció de llavors pot superar els 100 milions/ha en un sol any.

Tot i així, el principal mètode de propagació és el vegetatiu (Ranande i Burns, 1925).

Forma els bulbs i tubercles molt d'hora en el seu cicle de vida. Els bulbs basals els fa a les 3 setmanes de desenvolupament, els tubercles els produeix entre les 4 -8 setmanes, i forma cadenes de tubercles entre les 6 i a 14 setmanes (Hauser, 1962).

Els tubercles tenen una vida mitjana de 16 mesos (Neeser et al., 1997). Poden ser viables durant més de dos anys (Ranade i Burns, 1925).

És una planta molt competitiva sobretot quan hi ha una concentració elevada nitrogen al sòl, molta llum i temperatura (Barbour et al., 1994).

La 'latència' dels tubercles un exemple de dominància apical, que s'expressa de dos formes. En tubercles individuals, una o dos gemmes apicals broten primer. Si el brot inicial és eliminat les altres gemmes brotaran. La segona forma de dominància s'expressa entre tubercles interconnectats. Les cadenes de tubercles produïts en un any han de ser considerades om una sola unitat ja que el tubercle terminal mostra dominància. En una cadena de tubercles, les gemmes en el tubercle terminal (el més jove) generalment broten primer i així s'evita que les gemmes dels altres tubercles brotin. Aquesta dominància es perd quan es tallen els rizomes que uneixen els tubercles. Aquest és el motiu pel qual després de llaurar un camp a vegades s'estableixen altes densitats de població de *C. rotundus*. (Bhardwaj i Verma, 1968).

Importància econòmica

C. rotundus, causa fenòmens d'al·lelopatia als conreus als quals danya (Drost i Doll, 1980).

Una població de 25 brots/m², redueix la producció del cogombre (*Cucumis sativus* L.) un 10% (Johnson i Mullinix, 1999), la de la síndria (*Citrullus lanatus* L.) un 25% (Buker et al., 1998), el tomàquet (*Lycopersicon esculentum* Mill) un 15% (Stall i Morales-Payan, 2003), i el pebrot (*Capsicum annum* L.) un 15% (Motis et al., 2003).

En poblacions de 1600 brots/m², es redueix la collita de ocre (*Hibiscus esculentus* L.) un 62%, la mongeta verda (*Phaseolus vulgaris* L.) un 41%, el cogombre un 43%, i el tomàquet un 53% (William i Warren, 1975).

Mètodes actuals de control

Com ja hem dit, *Cyperus rotundus* és una de les plantes més difícils d'erradicar i es considera entre les pitjors males herbes a nivell mundial (Holm et al., 1977). A més, presenta tolerància a moltes de les pràctiques de control, incloent molts herbicides (Webster i Nichols, 2012).

Una sola planta pot produir més de 200 tubercles en 4 mesos sota condicions ambientals favorables (Jordan-Molero i Stoller, 1978).

La clau per erradicar el *C. rotundus* és la persistència, llaurar el camp amb intervals que permetin el rebrot de les noves gemmes, i així anar-les eliminant poc a poc. Davis i Hawkins (1943) comuniquen que van aconseguir eliminar per complet la planta després de dos anys de molt treball mecànic i manual.

La solarització no és un mètode eficaç per al control de la jonça, ja que la temperatura del sòl no augmenta prou a 15 cm de la superfície (Siriwardana i Nishimoto, 1987; Webster, 2003).

Dels herbicides isothiocianats (ITCs) els més efectius contra *C. rotundus* són el Benzoyl i el 3-fluorophenyl (Norsworthy et al., 2006). Tot que una sola aplicació d'herbicida mai erradicarà la població, s'ha d'integrar l'ús d'herbicides amb el control mecànic (Labrada et al., 1996).

Condicions de rebrot

A temperatures inferiors a 20°C la capacitat de rebrotar dels tubercles queda inhibida (Horowitz, 1927).

Tot i que, Labrada et al (1996), afirmen que el rebrot dels tubercles es dona entre 10 i 45 °C, las òptimes es troben entre 30 i 35°C. Usualment un tubercle només dona lloc a un o dos rizomes que es desenvolupen pròxims a la superfície.

1.5.3 *Cynodon dactylon*

Situació taxonòmica

Família: *Poaceae*

Gènere: *Cynodon*

Espècie: *Cynodon dactylon*

Nom comú: Grama

Nom comú en anglès: *Bermudagrass*



Il·lustració 5. *Cynodon dactylon*.

Font: Hitchcock (1950)

És una herba perenne que es propaga per rizomes subterranis i estolons (Cabrera, 1968; Covas i Salvai, 1970). Els estolons s'estenen horitzontalment i tenen entrenusos de 10 cm de longitud. Té fulles lanceolades, son estretes de uns 2 mm d'amplada i uns 3 o 5 centímetres de longitud. La inflorescència està formada per 2-7 espigues disposades com els dits de la mà, de coloració sovint violàcia. Cada espigueta té una sola flor. Els rizomes es troben principalment als primers 10 cm de sòl, però poden penetrar a una profunditat de 35 cm (Perez i Labrada, 1985; Phillips i Moaisi, 1993).

Com moltes de les plantes perennes C4, el seu creixement està modulats per la temperatura (Overman et al., 1989).

C. dactylon és una planta originària d'Àfrica, però actualment es troba en les zones càlides de la conca mediterrània i en general en climes subtropicals de tot el món (Holm et al., 1977). Envaeix tot tipus de cultius, modifica ecosistemes, es troba en àrees urbanes i al marge de camins i carreteres.

La grama es pot reproduir sexualment, a través de la producció de llavors, o asexualment, mitjançant la producció de rizomes i estolons. Una planta de *C. dactylon* pot produir fins a 230 llavors per a cada conjunt d'espiguetes durant els primers tres mesos després del inici de la fructificació (Pérez i Labrada, 1985). Les llavors germinen a temperatures al voltant de 20°C (Burton, 1956) i la emergència té lloc dins de les dos setmanes següents. El cicle complet (des de la germinació fins a la producció de llavors) té una durada de quatre mesos (Pérez i Labrada, 1985). Els fotoperíodes de 12 a 13 hores de llum diàries (Lescano de Ríos, 1983) i les condicions càlides (Horowitz, 1972) són favorables para la floració i la producció de llavors.

En àrees on ja està establert, generalment es perpetua a través de les estructures vegetatives (Moreira, 1975). Una planta emergida d'un rizoma pot cobrir 2.5 m² de superfície del sòl 150 dies després de la emergència (Pérez i Labrada, 1985).

En climes temperats, la grama té una dinàmica cíclica en la generació de noves estructures i acumulació de biomassa. És una espècie molt sensible a gelades, per això la majoria de estructures aèries moren amb les primeres gelades a la tardor. Durant quasi tot l'hivern, els rizomes i estolons enterrats produït a l'estació anterior, romanen inactius per l'efecte de les baixes temperatures (Satorre et al., 1996). Amb l'augment de les temperatures a la primavera, les gemmes comencen a brotar. Els borts aeris expandeixen les fulles i la biomassa dels estolons augmenta, generant-se nous estolons i rizomes durant l'estació estival (Satorre et al., 1996). La variació de temperatura és la que principalment controla el cicle d'aquesta espècie (Horowitz, 1972).

Dins de la multiplicació vegetativa, veiem diferències entre la reproducció a través de estolons i rizomes. Les plantes procedents de estolons, arriben a tenir una millor estructura, més percentatge de matèria seca a la part aèria i més grandària que les procedents per rizomes; tot i que en condicions normals la planta es propaga més per estolons que per rizomes (Fernandez, 2002).

La propagació de la grama està sovint molt lligada a l'activitat humana. En un estudi fet per Guglielmini i Satorre (2003), es van localitzar dos clapes de *C. dactylon* i es va passar el tractor amb cisell dues vegades en la mateixa direcció. El cisell va tallar els trossos de rizoma i els va arrossegar. En lloc de reduir la densitat de la població, es va incrementar la seva producció de biomassa i es va establir plantes fins a 30 metres de distància de les inicials.

Importància econòmica

Tal i com dèiem al principi d'aquest apartat, aquesta planta és considerada una de les pitjors males herbes del món (Holm et al., 1977) i envaeix molts dels agrosistemes tropicals i temperats del món. Està detectada com a mala herba en més de 57 països (Holm et al., 1979).

A part de la competència amb els cultius per l'aigua i els nutrients minerals del sòl, aquesta planta és considerada una potent planta al·lopàtica, que inhibeix la producció del cultiu a través dels seus exsudats radicals i altres substàncies fitotòxiques alliberades foliàriament (Horowitz i Friedman 1971; Díaz i Kogan 1985; Labrada et al. 1986).

En el cultiu del cotó, un cop la grama s'estableix al camp, la collita es redueix del 25 al 80% (Brown et al., 1985). S'han estimat pèrdues de 350\$/ha (Kempen, 1984).

A més, *C. dactylon* pot actuar com a hoste per a un gran nombre de plagues i malalties, per exemple el bacteri *Xanthomonas oryzae* que afecta a l'arròs (Li et al., 1985); el carbó vestit de l'ordi i la civada (Marley, 1995); i el bacteri *Spiroplasma citri* que afecta a cítrics (Carles, 1986).

Mètodes actuals de control

Per reduir els dany causats per la grama, en molts treballs s'ha avaluat la acció individual i conjunta d'herbicides, manejos i cultius sobre el creixement d'aquesta planta (Fernández i Bedmar, 1992). Entre ells, l'ús d'herbicida és la tecnologia més extensa per controlar-lo (Bedmar, 1997).

La fase d'establiment és crucial per a la infestació de la grama però també per al seu control (Radosevich et al., 1997), ja que aquest determina la grandària dels nous ramets (Harper, 1977). És el millor moment per tractar amb herbicides (Fernandez, 2002).

També es pot tenir compte que el creixement longitudinal de estolons i biomassa de la grama es redueix sensiblement quan els cultius aconseguixen interceptar més del 65% de la radiació incident (Solari et al., 1997). Li costa competir contra conreus alts, ja que es una herba de creixement no molt alt (Guglielmini i Satorre, 2002).

La grama es recupera ràpid després del foc i tolera les inundacions durant varies setmanes (Cook et al., 2005).

La solarització funciona per controlar la grama a Egipte (Satour et al., 1991) i a la Índia (Nassr Esfahani, 1993). Segurament perquè són llocs on s'arriben a temperatures molt altes.

A Aràbia Saudita, l'alfals, com a coberta vegetal viva, ha sigut efectiva per inhibir la grama que creix sota dels arbres de cítrics (Kasasian, 1971).

Condicions de rebrot

En un estudi de Guglielmini i Satorre (2001), van fer rebrotar rizomes de grama a 17°C de temperatura del sòl, i a 26°C. En els rizomes rebrotats a 26°C, l'increment de biomassa va ser molt superior.

2. Objectius

L'objectiu d'aquest estudi es determinar l'efecte que té l'*hydromulch* sobre els propàguls d'aquestes quatre espècies de males herbes perennes: *Paspalum dilatatum*, *Sorghum halepense*, *Cyperus rotundus* i *Cynodon dactylon*.

El primer subobjectiu és conèixer el comportament de rebrotat de rizomes d'aquestes quatre espècies independentment de *hydromulch*, per tal d'estudiar com rebroten i poder determinar les condicions idònies per al seu rebrot.

El segon subobjectiu és conèixer l'efecte de l'*hydromulch* en la inhibició i la capacitat d'emergir dels rebrots dels rizomes d'aquestes males herbes quan es troben sota d'*hydromulch* de diferents gruixos.

3. Material i mètodes

Aquest estudi consta de dos assajos. Un assaig previ a l'*hydromulch*, per poder estudiar el comportament dels rizomes de les 4 espècies estudiades i determinar les condicions idònies per al seu desenvolupament; i l'assaig amb l'*hydromulch*, on s'estudiarà al interacció entre els rizomes i l'*hydromulch*.

Els rizomes utilitzats en els dos assajos són els mateixos.

3.1 Rizomes

Els rizomes que s'han utilitzat són de les quatre espècies presentades a la introducció. Tot i que en tot el treball es fa referència a rizomes, en el cas d'alguna espècies s'ha utilitzat tubercles enlloc de rizomes. És el cas del *Cyperus rotundus*, ja que és la manera més eficient que utilitza aquesta espècie per multiplicar-se vegetativament.

Els rizomes utilitzats han estat emmagatzemats en una cambra frigorífica a 5°C, dins de caixes opaques amb vermiculita a capacitat de camp. És a dir, a la foscor i amb fred i humitat. Un cop recol·lectats es van rentar amb abundant aigua i es van tallar les tiges, si en tenien.

Els diferents rizomes van ser recol·lectats en diferents dates i ubicacions:

- *Cynodon dactylon*
Recol·lectat el 22/10/2018 al Campus de Baix Llobregat de Castelldefels i el 14/11/2018 a Agròpolis
- *Paspalum dilatatum*
22/10/2018 a Castelldefels i el 14/11/2018 a Agròpolis
- *Sorghum halepense*
23/10/2018 a Castelldefels i el 14/11/2018 a Agròpolis
- *Cyperus rotundus*
24/10/2018 a Castelldefels i el 14/11/2018 a Agròpolis



Il·lustració 6. Rizomes de *C. rotundus* recollits.

Font: Pròpia



Il·lustració 7. Rizomes recollits de *S. halepense*.

Font: Pròpia

3.2 Assaig de rebrot previ a l'assaig d'*hydromulch*

El primer assaig de rebrot es va dur a terme per poder determinar quines eren les condicions òptimes per al rebrot, per estudiar i descriure com és l'emergència de noves tiges i arrels en cada espècie, i per tenir una mostra control, és a dir, una mostra per a poder fer la comparació de resultats amb l'experiment realitzat amb *hydromulch*.

L'experiment va començar el dia 31/10/2018 i es va donar per finalitzat el 30/11/2018. Es van preparar 5 alvèols per a cada espècie.

Es van fer servir unes safates de 4 alvèols. Cada alvèol mesurava 7 cm per 5,5 cm per 5,5 cm de profunditat. Es va utilitzar el substrat Compo Sana.

La preparació dels rizomes de cada espècie va ser la següent:

-*P. dilatatum*: Es van utilitzar rizomes amb una longitud superior a 3 cm i 4 nusos com a mínim. 4 dels 5 tenien dos tiges antigues. Es van col·locar verticalment en l'alvèol.

-*S. halepense*: Es van tallar els rizomes en trossos aproximadament de 6 cm de llarg, que tinguessin mínim 4 nusos. Es van enretirar les arrels antigues i es van col·locar en diagonal ja que no hi cabien en vertical. Dos alvèols tenien rizomes de 1 cm de diàmetre aproximadament i els altres 3 tenien rizomes de diàmetres inferiors.

-*C. rotundus*: Es van utilitzar tubercles de 1 cm de diàmetre aproximadament. Es van col·locar amb les gemmes apicals en horitzontal.

-*C. dactylon*: Es van utilitzar fragments de rizoma de 5 cm aproximadament, amb 4 nusos mínim. Es van tallar les arrels antigues i es van col·locar en horitzontal dins de l'alvèol.

Les condicions de la cambra amb les que es va començar van ser 22°C i 80% d'humitat. Amb un règim de 12 hores de llum i 12 hores de fosc. Més endavant es va pujar la temperatura perquè els rizomes de *C. dactylon* requerien més temperatura. El dia 12/11/2018 es va pujar la temperatura a 27°C.

Durant el temps que va durar l'experiment es van fer controls diaris (menys en caps de setmana) de l'evolució dels rizomes. Els rizomes rebrotats es van anar enretirant i observant.

Es va regar a capacitat de camp, cada dos-tres dies.

3.3 Dispositiu experimental de l'*hydromulch*

Preparació de l'*hydromulch*

L'*hydromulch* utilitzat està compost per quatre elements: pasta de paper (material base), palla d'arròs, fibra kraft i guix.

-Pasta de paper

Procedent de la empresa paperera SAICA, de Burgo de Ebro (Zaragoza). Material base de l'*hydromulch*. Ens la va fer arribar El CITA de Aragó. És una pasta de paper reciclada que s'usa pe a la confecció de paper i cartró.



Il·lustració 8. Pasta de paper

Font: Micó (2018)

-Guix

Guix del tipus B1 procedent de 'Yesos Díez Ibañez' (Zaragossa, Espanya) fabricat segons la UNE-EN 13279 – 1: 2009. Amb una concentració de sulfat de calç hemihidratat de <50%, un temps de configuració de <20 min i una força característica de 2MPa.



Il·lustració 9. Guix Font: Micó (2018)

-Palla de 2,5 mm

Procedent dels camps experimentals de CITA (Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón).



Il·lustració 10. Palla de 2,5 cm Font: Micó (2018)

-Fibra kraft

Aquesta fibra s'extreu a partir d'un procés anomenat kraft o procés de sulfat, que es basa en la conversió de la fusta en polpa de fusta a través del tractament dels encenalls amb una barreja calenta d'aigua, hidròxid de sodi i sulfur de sodi, que permet trencar els enllaços que uneixen la lignina, la hemicel·lulosa i la cel·lulosa. (García Hortal, 1988).

La fibra kraft utilitzada en aquest projecte és fibra provinent de fusta de pi insigne (*Pinus insignis*) sense blanquejar, amb un número kappa de 53, amb un 7,8% de lignina i subministrada per Smurfit Kappa Nervión S.A. (Espanya) (Claramunt et al., 2010).



Il·lustració 11. Fibra Kraft. Font: Micó (2018)

El experiment es va realitzar amb dos tipus de gruix diferents. Les quantitats utilitzades per cobrir 10 alvèols, en el cas del *mulch* gruixut, i 20 alvèols, en el cas del *mulch* prim, van ser: un litre de pasta de paper, 50 grams de palla sedassada a 2 mm, 120 grams de fibra kraft i 50 grams de guix.

Amb un litre de pasta de paper i aquests components s'aconsegueix una placa de 30 x 30 cm de superfície i d'un gruix aproximat de 0.5 cm, un cop s'han assecat.

La metodologia seguida perquè la barreja quedés el màxim homogènia va ser: barrejar la pasta de paper amb la palla en un recipient metàl·lic, després aplicar la fibra kraft i barrejar bé amb un agitador (LH Overhead Stirrer, Velp Scientifica) i amb les mans, intentant aconseguir la màxima homogeneïtat possible. Finalment, tirar el guix poc a poc mentre es barrejava amb l'ajuda d'una espàtula. Un cop s'aplica el guix, no es pot trigar més de 10 minuts en estendre la barreja sobre el sòl, ja que sinó es comença a solidificar.

Preparació dels rizomes

-*P. dilatatum*: Es van agafar trossos de rizoma de 1 cm com a mínim i que tinguessin dos tiges antigues, ja que les gemmes es troben sota d'aquestes.

-*C. dactylon*: Es van agafar trossos de 6 cm aproximadament, amb 3 o 4 nusos. En general trossos poc lignificats.

-*S. halepense*: Es van agafar trossos amb un diàmetre d'entre 5 a 10 mm, i de 4 a 6 nusos. Poc lignificats.

-*C. rotundus*: Es van agafar tubercles grans, de 1 cm de diàmetre aproximadament i 2 o 3 de llargada.

Dispositiu experimental

Per a cada espècie es van assajar dos tipus de gruix d'*hydromulch*: el gruixut (la barreja corresponent a 0,1 litres de pasta de paper per alvèol, aproximadament 2 cm de gruix) i un prim (la barreja corresponent a 0,05 litres de pasta de paper per alvèol, aproximadament 1 cm de gruix). Apart, per a cada espècie també es va fer una prova control.

Es van fer 10 rèpliques de cada espècie per a cada tractament d'*hydromulch*. Es van fer servir els mateixos alvèols utilitzats en l'assaig previ, que tenen una superfície a la zona superior de 7.5 x 6 cm. Com que es van fer 10 rèpliques de cada espècie i hi havia 3 tractaments d'*hydromulch*, en total es van utilitzar 120 alvèols.

El substrat utilitzat es va obtenir barrejant 700 ml de CompoSana, amb 1400 ml de vermiculita, humitejat inicialment amb 400 ml d'aigua.

Per a preparar els alvèols, es va posar un rectangle de paper de filtre a la base de cada alvèol i es va humitejar. Es van omplir els alvèols amb el substrat humitejat, deixant 2,5 cm sense omplir a cada alvèol (menys en els del tractament 'sense *mulch*', que es van omplir fins a dalt).

Es va anar elaborant l'*hydromulch* per tandes de 1 litre de pasta de paper, i es va anar col·locant en la seva forma líquida en les rèpliques. Per omplir un alvèol d'*hydromulch* prim, es va afegir un volum de barreja de 100 ml, i per omplir un alvèol d'*hydromulch* gruixut, es va afegir un volum de barreja de 200 ml.

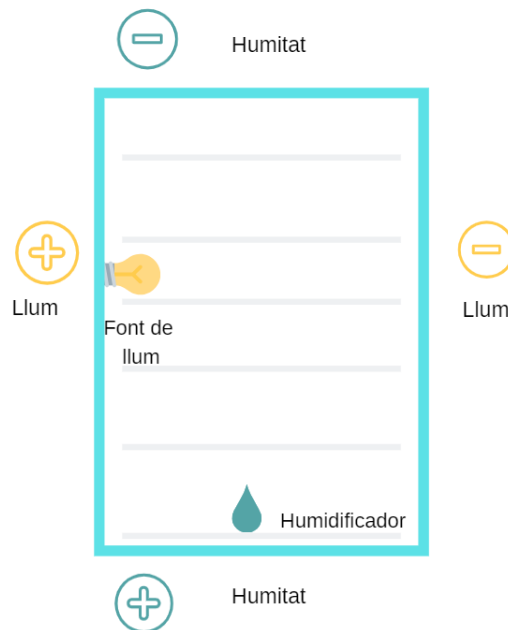
Els alvèols del tractament sense *hydromulch*, es van regar fins a capacitat de camp. Els altres no, ja que l'*hydromulch* deixa anar molta aigua en el moment d'aplicar-lo.

Com que els alvèols esmentats estaven disposats en safates de 4 unitats, vam aprofitar per posar en cada safata 4 rizomes de les 4 espècies diferents. Tots els alvèols de a mateixa safata, rebien el mateix tractament. Les safates van ser distribuïdes aleatòriament en una cambra de germinació repartides entre 6 safates més grans, repartides a 6 nivells diferents.

La cambra de germinació disposa d'uns fluorescents a la part interior de la porta. El fet de que els fluorescents estiguin situats al costat interior de la porta, fa que els alvèols que estaven col·locats més a prop de la porta rebessin més llum, i els que estaven col·locats més lluny, menys.

A més, la cambra disposa d'un humidificador col·locat a la base, que permet regular la humitat que volem al interior de la cambra. Com que l'humidificador està a baix, la humitat que rebien els alvèols podia variar segons el nivell en que estaven (veure la *Il·lustració 12*:

Esquema de la variació de les condicions climàtiques dins de la cambra de germinació). Als nivells inferiors s'acumulava més humitat.



Il·lustració 12. Esquema de la variació de les condicions climàtiques de la cambra

Com que les condicions no eren homogènies dins la cambra, es van prendre mesures per poder quantificar l'efecte de la variació de les condicions ambientals en el rebrot dels rizomes.

Es van etiquetar les safates, es van distribuir de manera aleatòria els alvèols dins de cada repetició i es va fer una mapa de distribució de la cambra (Il·lustració 14).

Es van col·locar els fragments de rizomes sempre de la mateixa manera (veure Il·lustració 13) i es va marcar amb un celo l'alvèol de *P. dilatatum*, per poder-lo identificar. A més, es va escriure a quina repetició formava part i quin tractament rebia.

<i>Cynodon</i>	<i>Sorghum</i>
<i>Paspalum</i>	<i>Cyperus</i>

Il·lustració 13. Mapa de distribució de les espècies de rizomes en les safates d'alvèols

Pis 6 (Dalt)

Rizomes P R6	
Rizomes C R6	Rizomes G R6

Pis 5

Rizomes G R8	Rizomes P R2	Rizomes C R4
Rizomes P R8	Rizomes G R4	Rizomes P R4

Pis 4

Rizomes C R1	Rizomes G R1	Rizomes P R3	Rizomes C R10
	Rizomes C R3	Rizomes G R2	Rizomes P R10
	Rizomes P R1		

Pis 3

Rizomes C R2		Rizomes G R3
Rizomes C R7	Rizomes P R7	Rizomes G R7

Pis 2

Rizomes C R9	Rizomes G R9
	Rizomes G R10
	Rizomes P R9

Pis 1 (baix)

	Rizomes P R5
Rizomes C R8	Rizomes G R5
	Rizomes C R5

Il·lustració 14. Mapa de distribució de la cambra de germinació

Seguiment de l'experiment

L'experiment va començar el dia 26/11/2018 i es va donar per finalitzat el 7/01/2019.

Les condicions de la cambra que es van posar el dia de començar l'experiment van ser: règim de 12 hores de llum i 12 hores de fosc, 50% d'humitat i una temperatura de 25°C, tan a la nit com al dia.

Cada dia és va fer un control de la cambra, per veure si hi havia alvèols amb brots, i enretirar-los. Al retirar un alvèol, s'apuntava el dia i la hora, es mesurava la grandària del rizoma

(longitud i diàmetre), el nombre de nusos que tenia el rizoma, el nombre de gemmes desenvolupades, el nombre de tiges emergides, com havien emergit les tiges, es mesurava el gruix de l'*hydromulch*, i es mesurava la duresa d'aquest amb un penetròmetre.

Cap al final de l'experiment vam valorar que podria ser interessant mesurar el pes de l'*hydromulch* un cop el trèiem de la càmera i el pes de l'*hydromulch* després de perdre totalment el seu contingut d'aigua en un forn. Per això tenim aquesta mesura només d'alguns dels *mulchs* dels alvèols.

Un cop acabat l'experiment es va enretirar tots els alvèols dels qual encara no havia emergit una tija, i es va mesurar la secció i resistència de l'*hydromulch* i la grandària i estat dels rizomes.

Les dades es van anar introduint en un full d'Excel. Com que no s'ha treballat amb un gran nombre de dades, s'han tractat amb el mateix Excel. S'han agrupat les dades en diferents grups i s'han fet mitjanes d'algunes de les mesures d'aquests grups.

Règim de reg i humitat de l'aire

El règim de reg que van rebre els rizomes durant la durada de l'experiment va ser el que podem veure el la *Taula 1*.

Taula 1. Règim de reg de l'experiment

Dia de reg	Hora	Volum aplicat	Observacions
Dia 4	16:00	10 ml/alvèol	
Dia 9	11:30	25 ml/alvèol	
Dia 12	9:50	10 ml/alvèol	
Dia 18	14:30	30 ml/alvèol	
Dia 22	17:00	35 ml/alvèol	
Dia 25	13:20	50 ml/alvèol	Als 3 pisos superiors
Dia 32	9:00	50 ml/alvèol	Als 3 pisos superiors
Dia 39	10:00	50 ml/alvèol	Als 3 pisos superiors
		10 ml/alvèol	Als 3 pisos inferiors

La humitat de la cambra també es va anar variant. Com s'ha dit anteriorment, vam començat posant-la al 50% d'humitat, però el dia 12 (5 de desembre) es va pujar al 80%, ja que la majoria de *mulchs* ja s'havien assecat, i el dia 18 (11 de desembre) es va baixar a 65%.

4. Resultats i discussió

4.1 Assaig de rebrot previ a l'assaig d'*hydromulch*

En la prova preliminar de rebrot, les 4 espècies van donar bons resultats de rebrot i amés es va poder estudiar detingudament els mecanismes que utilitzava cada espècie per a fer-ho.

Taula 2. Calendari d'emergència dels brots en l'assaig de rebrot control

Espècie	Dia 1	Dia 6	Dia 7	Dia 13 (canvi de temperatura)	Dia 15	Dia 20	Dia 31
<i>P. dilatatum</i>	0	4	4	4			4
<i>C. rotundus</i>	0			2	3	4	4
<i>S. halepense</i>	0		1	4			4
<i>C. dactylon</i>	0			1	2	4	4

A la *Taula 2*, es pot veure quan van anar emergint els diferents rebrots de rizomes. També es pot veure com, al pujar la temperatura de la cambra el dia 12 de novembre (de 22 a 27°C), *C. dactylon* i *C. rotundus*, van començar a rebrotar més.

Es van posar 5 rizomes de cada i al final només van arribar a rebrotar 4 de cada espècie durant la durada del experiment.

Aquest assaig va servir per poder veure de quina manera rebrotaven els diferent rizomes.

-*Paspalum dilatatum*

Va ser el que va brotar més ràpidament, en 6 dies havien emergit 4 dels 5 rizomes. A 22°C va rebrotar sense problemes.

Per a l'estudi de *P. dilatatum* no hem tingut en compte el nombre de nusos del rizoma, tal i com ho van fer M. Borràs i A. Reguant (2003). Hem tingut en compte el nombre de tiges antigues que tenia el fragment de rizoma.

Els brots apareixien de la base de les tiges antigues, lateralment. D'una tija antiga podien sortir un o més brots. En tots els casos ha coincidit el nombre de brots desenvolupats, amb el nombre d'arrels noves.



Il·lustració 16. Rizoma de P. dilatatum amb 3 noves tiges i una arrel principal.
 Font: Pròpia



Il·lustració 15. Rizoma de P. dilatatum amb dos brots i dos arrels
 Font: Pròpia

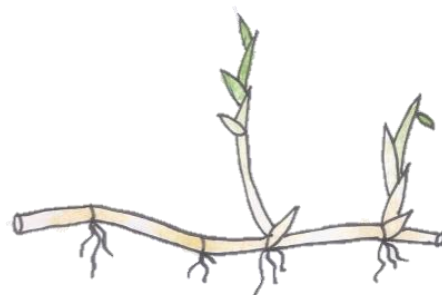
-Cynodon dactylon

És l'espècie que més va trigar en rebrotar, però creiem que és perquè necessitava més temperatura. Al augmentar la temperatura a 27°C, els rizomes van rebrotar.

Dels nusos surten tiges i arrels. De cada nus es desenvolupen moltes arrels noves.



Il·lustració 18. Rizoma de C. dactylon rebrotant.
 Font: Pròpia



Il·lustració 17. Rizoma de C. dactylon amb dos brots
 Font: Pròpia

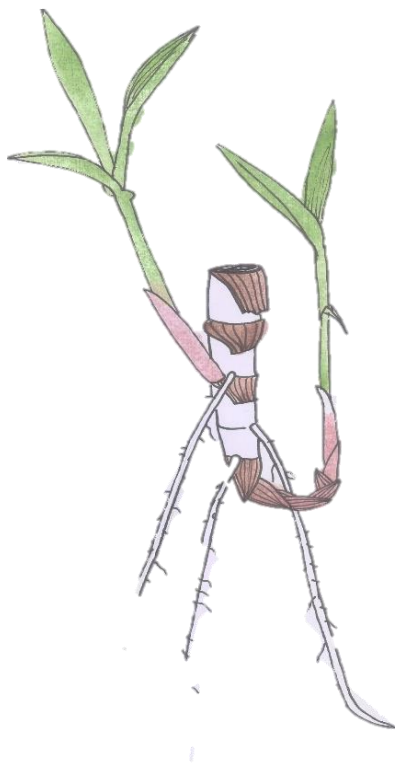
-Sorghum halepense

A 22°C els trossos de rizoma van rebrotar bé.

De cada nus pot sortir una tija i una arrel. De cada arrel primària surten petites arrels secundàries.

Si el tros utilitzat per al rebrot contenia la punta final del rizoma, d'aquesta surt una nova tija, igual que les que surten dels nusos.

L'arrel pot sortir just al costat de la tija o separada. Trobem nusos amb només arrel, nusos amb només tija, amb les dues o sense res.



Il·lustració 20. Rizoma de S. halepense rebrotant.

Font: Pròpia



Il·lustració 19. Rizoma de S. halepense amb una tija.

Font: Pròpia

-Cyperus rotundus:

En l'estudi dut a terme per Labrada *et al.* esmentat a la introducció, es deia que la temperatura òptima per al rebrot és de 30-35 °C, i que a menys de 20 °C el rebrot quedava inhibit. Aquesta informació pot ajudar a explicar perquè a 22°C només van rebrotar 2, i al augmentar la temperatura van rebrotar la resta.

En general es desenvolupa primer una gemma al voltant del nus apical, un cop aquesta està desenvolupada apareixen noves gemmes del voltant del tubercle.

Tal i com s'ha explicat a la introducció, el tubercle fa una tija, que forma un bulb basal a prop de la superfície del sòl, i aquí es desenvolupen la tija aèria, i les noves arrels.



Il·lustració 22. Tubercles de C. rotundus amb una tija aèria. Font: Pròpia



Il·lustració 21. Tubercle de C. rotundus amb dos tiges aèries. Font: Pròpia

4.2 Dispositiu experimental de l'*hydromulch*

Tal i com es deia a la introducció, l'*hydromulch* pot ser una eina per al control de males herbes perennes molt interessant. Per un costat, és més respectuosa amb el medi ambient que els mètodes de control químic i els plàstics de polietilè, i per altre banda, té un maneig més fàcil que les cobertes vegetals o els *mulchs* de plàstics biodegradables.

Està demostrat que l'ús d'*hydromulch* disminueix l'increment de la biomassa de males herbes del camp (Warnick et al., 2006), i la intenció d'aquest estudi era poder observar com interaccionaven les males herbes perennes amb l'*hydromulch*.

Hem pogut treure informació de si l'*hydromulch* inhibeix el seu rebrot i de si els brots són capaços de penetrar-lo, però un resultat que no es contemplava en el plantejament de l'experiment ens ha impedit treure resultats clars sobre quina proporció d'emergència de brots pot aturar: molts dels rizomes han rebrotat lateralment.

Els rizomes han aprofitat que l'*hydromulch* no quedava ben segellat amb el plàstic, per créixer pels laterals. Un 76,59 % dels rizomes que tenien *hydromulch* i han emergit, ho han fet d'aquesta. Per poder emergir lateralment, els brots han canviat la seva trajectòria vertical esperada.

Aquest creixement erràtic dels brots que han emergit lateralment, sembla que és degut a que l'*hydromulch* oferia resistència i per tant els rizomes s'han vist afectats per aquest.

Així doncs, els alvèols amb *hydromulch* han pogut respondre de 4 maneres diferents al *hydromulch*: no rebrotant, rebrotant i perforant l'*hydromulch*, rebrotant i emergint lateralment o rebrotant i no emergint. Els alvèols on els rizomes havien mostrat brots però no van aconseguir emergir ni lateralment ni perforant l'*hydromulch*, es van poder observar en el moment de desmuntar l'experiment.

A la Taula 3 veiem el recompte dels alvèols on s'han observat brots, separats pel tractament que tenien (control, *hydromulch* prim i *hydromulch* gruixut); i en el cas dels alvèols amb cobertura, separats per si els brots eren laterals o havien aconseguit perforar l'*hydromulch*.

Veiem com en els alvèols control, només han emergit 26 de 40 dels rizomes, un 65%. La causa de que més d'una tercera part dels rizomes dels alvèols control no hagi emergit, no és del tot coneguda, però una part es pot atribuir a les condicions ambientals. Es desenvoluparà més endavant a l'apartat condicions ambientals.

Si comparem el nombre rizomes dels alvèols control que han emergit amb el nombre de rizomes dels alvèols que tenien una cobertura d'*hydromulch* prim que han mostrat brots, el resultat és el mateix; amb els que tenien una cobertura gruixuda, és una mica inferior (22 de 40, un 55%).

Hem de tenir en compte que tan en els alvèols amb cobertura prima com amb cobertura gruixuda, una part dels rizomes que no han mostrat brots serà perquè s'han vist afectats per a les causes ambientals, igual que els rizomes dels alvèols control.

A la Taula 3 podem veure, com s'ha comentat anteriorment, que gran part dels rizomes dels alvèols amb cobertura d'*hydromulch* han mostrat brots laterals.

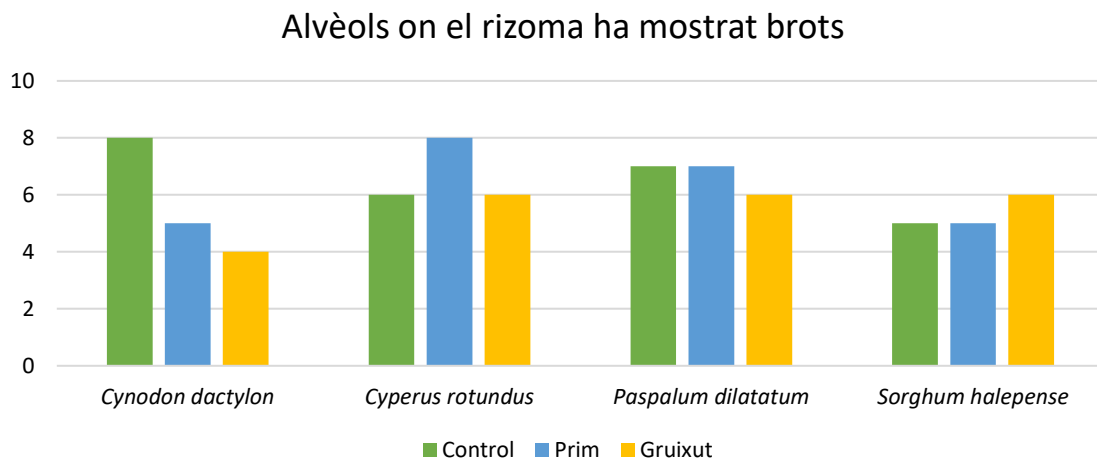
Taula 3. Nombre d'alvèols amb rizomes amb brots emergits respecte el nombre d'alvèols total.
N=número de mostres

Espècie	N	Alvèols control	Alvèols <i>hydromulch</i> prim		Alvèols <i>hydromulch</i> gruixut		Total espècie
			Laterals	Perforat	Laterals	Perforat	
<i>Cynodon dactylon</i>	30	8/10	3/10	2/10	4/10	0/10	17/30
<i>Cyperus rotundus</i>	30	6/10	7/10	1/10	5/10	1/10	20/30
<i>Paspalum dilatatum</i>	30	7/10	3/10	4/10	5/10	1/10	20/30
<i>Sorghum halepense</i>	30	5/10	4/10	1/10	5/10	1/10	16/30
Totals	120	26/40	17/40	8/40	19/40	3/40	73/120

Podem observar que tot i que la majoria de brots han sigut laterals, l'*hydromulch* no ha inhibit la capacitat de rebrotar dels rizomes, ja que el nombre de alvèols amb brot és bastant similar tan en els alvèols control com en els que tenien *hydromulch* gruixut i prim. Per tant descartaríem la idea de que l'*hydromulch* inhibeixi el rebrot dels rizomes.

En la Figura 1. Alvèols on el rizoma ha mostrat brots veiem com els resultats són molt similars entre les diferents espècies. En aquesta gràfica no tenim en compte si els brots han sigut laterals o han perforat l'*hydromulch*. L'*hydromulch* ha afectat la capacitat de rebrotar de les diferents espècies de manera molt similar.

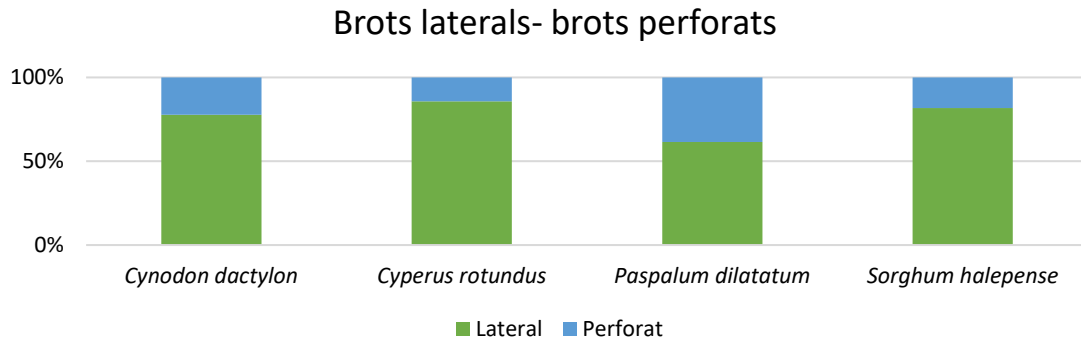
Figura 1. Alvèols on el rizoma ha mostrat brots



En quan a penetrar l'*hydromulch*, totes les espècies han aconseguit en una o més rèpliques travessar-lo, per tant descartem la idea de que l'*hydromulch* sigui impenetrable per a els brots d'aquestes espècies. L'espècie que ha penetrat més l'*hydromulch* és *P. dilatatum* (veure el Figura 2. Percentatge d'alvèols amb brots laterals o brots que han perforat l'*hydromulch* per espècies). En 5 ocasions ha penetrat l'*hydromulch*. Tot i que el nombre de brots que han sortit lateralment és superior als que l'han penetrat.

Per tant, el grau d'afectació de l'*hydromulch* en la capacitat que tenen els rizomes per penetrar-lo, varia segons l'espècie estudiada.

Figura 2. Percentatge d'alvèols amb brots laterals o brots que han perforat l'hydromulch per espècies



En l'estudi de Warnick et al. (2006), van aplicar *hydromulch* al camp, i aquest va frenar l'emergència de males herbes de fulla ampla, però no va frenar l'emergència de *C. rotundus*. En el nostre estudi hem vist com els brots dels rizomes de *C. rotundus* perforaven l'*hydromulch* en dos dels alvèols i molts d'ells sortien lateralment. L'*hydromulch* no és impenetrable per aquesta espècie, però sí que veiem que no tots els rizomes de l'espècie l'han penetrat, i que la majoria ha modificat el seu creixement per poder emergir lateralment.

Com en l'assaig de rebrot previ a l'assaig d'*hydromulch*, *P. dilatatum* ha sigut la espècie que més ràpid ha mostrat brots, els 10 primers dies ja havien rebrotat 8 rizomes d'aquesta espècie.

A la Il·lustració 23. Brot de *P. dilatatum* que ha emergit lateralment, podem veure un brot lateral, i en la Il·lustració 24. *C. rotundus* que ha perforat l'*hydromulch* prim podem veure un brot que ha aconseguit travessar l'*hydromulch*.



Il·lustració 23. Brot de *P. dilatatum* que ha emergit lateralment

Font: Pròpia



Il·lustració 24. *C. rotundus* que ha perforat l'*hydromulch* prim

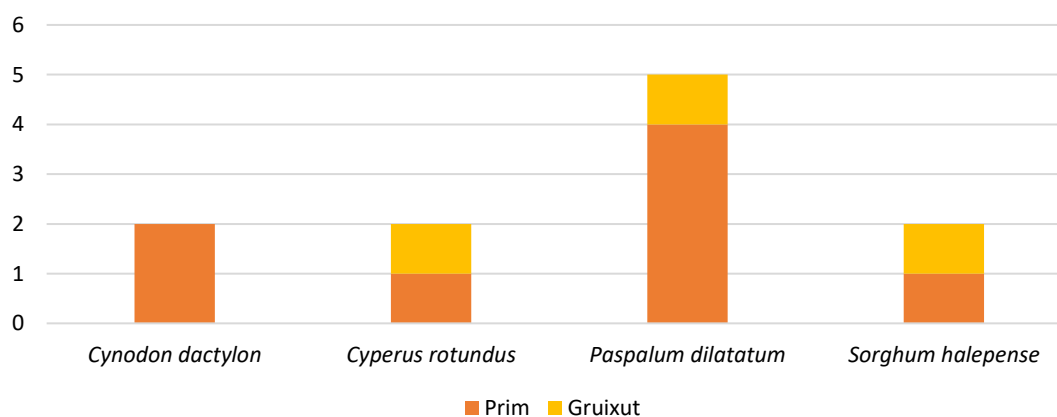
Font: Pròpia

Pel que fa a les diferències entre l'*hydromulch* gruixut i el prim, veiem una gran diferència entre uns i altres. Els alvèols amb cobertura prima, tenien un volum de 100 ml per una superfície de 7.5 x 6 cm²; és a dir, 2.22 ml/cm². Els alvèols amb cobertura gruixuda tenien un volum de 200 ml per 7.5 x 6 cm²; és a dir, 4.44 ml/cm².

Són pocs els rizomes que han perforat l'*hydromulch* prim, un 20%; però són molts menys els que han perforat l'*hydromulch* gruixut, només un 7,5% dels brots l'han aconseguit travessar, concretament 3 rizomes, un de *P. dilatatum*, un de *C. rotundus* i un de *S. halepense*. (veure *Figura 3. Recompte de brots que han travessat l'hydromulch*).

És un resultat molt bo que s'hauria de tenir en compte en futurs experiments o alhora de utilitzar l'*hydromulch* al camp, ja que veiem que doblant el volum, es redueix a més de la meitat el nombre de brots que l'han perforat.

Figura 3. Recompte de brots que han travessat l'hydromulch



Com s'ha dit anteriorment, un cop es va desmuntar l'experiment es va veure que hi havia rizomes que havien rebrotat però no havien emergit, és a dir, hi havia brots que l'*hydromulch* havia pogut retenir. A la *Taula 4* és pot observar com 10 dels 80 alvèols amb cobertura, tenien brots que no havien pogut emergir ni lateralment ni perforant l'*hydromulch*.

Els rizomes de *P. dilatatum*, que eren els que en més ocasions havien aconseguit travessar l'*hydromulch*, només en un alvèol hem trobat brots que no havien emergit. Aquest fet pot indicar que els seus brots tenen molta força i l'*hydromulch* difícilment pot oferir resistència.

Els rizomes de *C. dactylon* són els que han mostrat més brots que no han emergit.

Tot i que 10 de 80 sigui un nombre petit, el nombre d'alvèols que havien perforat l'*hydromulch* era 11 de 80, per tant estaríem parlant d'una xifra similar.

També hem de tenir en compte que els brots que no han emergit pot ser que s'hagin vist afectats per altres factors a part de l'*hydromulch*.

Taula 4.Recompte de alvèols amb rizomes amb brot que no han emergit a causa de la cobertura d'hydromulch prim i gruixut.

Espècie	Prim	Gruixut	Total
<i>C. dactylon</i>	2/10	3/10	5/20
<i>C. rotundus</i>	0/10	1/10	1/20
<i>P. dilatatum</i>	1/10	0/10	1/20
<i>S. halepense</i>	2/10	1/10	3/20
Total	5/40	5/40	10/80

En alguns d'aquests casos hem pogut veure com els brots del rizoma anaven intentant perforar l'hydromulch però no ho aconseguien (Il·lustració 25. Forat fet per un brot de *C. rotundus*, que no ha aconseguit travessar l'hydromulch) i en d'altres em vist com la tija anava creixent doblegant-se sobre si mateixa perquè no tenia prou força per perforar el mulch (Il·lustració 26 . Creixement erràtic d'un brot de *C. rotundus* a causa de l'hydromulch).



Il·lustració 25. Forat fet per un brot de *C. rotundus*, que no ha aconseguit travessar l'hydromulch

Font: Pròpia



Il·lustració 26. Creixement erràtic d'un brot de *C. rotundus* a causa de l'hydromulch

Font: Pròpia

Tot i que sabem que en alguns casos l'hydromulch si que ha pogut frenar l'emergència de brots, no sabem que hagués passat amb els brots que han emergit pels laterals si no haguessin pogut créixer d'aquesta manera. L'hydromulch els hagués frenat? O l'haurien travessat sense problemes? Aquest dubte planteja la necessitat de repetir aquest experiment tenint en compte que en el dispositiu experimental caldria trobar la manera de que els rizomes no puguin fer créixer tiges pels laterals.

Totes les dades obtingudes dels rizomes es troben als annexes del treball.

-Condicions ambientals

Com s'ha explicat al apartat Material i mètodes, les condicions ambientals de la cambra no eren del tot homogènies, i això ha influït en els resultats del assaig.

Cal destacar, que el pis 3 era el que tenia menys espai entre la safata i la safata superior, per tant, era el que tenia menys aeració. Les condicions en aquest pis han sigut de molta humitat, i això a fet que l'*hydromulch* hagi acumulat molta aigua durant tota la durada de l'experiment, hagin aparegut fongs, i només dos dels 25 alvèols que hi havia hagin mostrat brots.

A les altres safates, veiem com el nombre de alvèols amb brots és similar, tot i tenir humitats diferents (veure la *Taula 5*).

Els 3 pisos superiors eren més secs, i els dos inferiors més humits, però tenien una bona aeració.

Taula 5. Recompte d'alvèols amb rizomes amb brots en els diferents pisos de la cambra de germinació

Pis	Nombre d'alvèols amb rebrots	Nombre d'alvèols	%
1	12	16	75
2	10	16	62,5
3	2	20	10
4	21	32	65,625
5	20	24	83,33
6	8	12	66,66

Pel que fa a la variació de llum dins de cada safata, no creiem que hagi influït tan com la humitat.

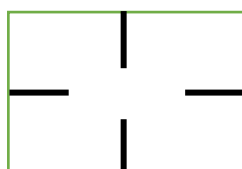
Ens preguntàvem per que un 35 % dels rizomes control no havien emergit (tenint en compte que les causes d'això afectarien igual a la resta dels alvèols). Un factor important és que en el tercer pis les condicions ambientals han sigut molt desfavorables per al rebrot dels rizomes.

No podríem suprimir-lo dels resultats d'aquest pis, ja que 2 alvèols sí que han pogut rebrotar, però ens pot ajudar a explicar una part d'aquest 35%.

Contrastant l'estudi de Cornaglia *et al.* (2003), en que s'afirmava que les plàntules de *P. dilatatum* suportaven bé la inundació i que aquesta inclús ajudava al seu desenvolupament, en el pis 3, que tenia condicions de molta humitat, casi d'inundació, no ha rebrotat cap rizoma de *P. dilatatum*.

-Qualitats de l'*hydromulch*

De tots els alvèols amb *hydromulch*, vam mesurar el gruix d'aquest un cop es va enretirar de l'experiment. Per a mesurar-lo, es va utilitzar un peu de rei electrònic. Es va mesurar el punt mig dels 4 costats i es va fer la mitjana d'aquests 4 valors, ja que l'*hydromulch* tenia una forma bastant irregular.



Il·lustració 27. Esquema del procediment per mesurar el gruix de l'hydromulch

Font: Pròpia

Una altre de les mesures que s'han mesurat per conèixer millor les qualitats de l'*hydromulch*, és la força necessària per a perforar-lo. Per a poder-ho mesurar es va utilitzar un penetròmetre.

El penetròmetre consisteix en una punta de dimensions normalitzades que s'introdueix per l'aplicació d'una energia d'impacte fixada —penetròmetre dinàmic— o una pressió estàtica controlada —penetròmetre estàtic—. Les proves de penetració proporcionen una mesura indirecta, contínua o discontinua, de la resistència del terreny, en aquest cas la resistència a la penetració del *mulch*.

Vam utilitzar un penetròmetre dinàmic de 8 mm de diàmetre, és a dir, d'una àrea de 50,24 mm² (veure a la Il·lustració 29. *Penetròmetre utilitzat*).

Per mesurar els kg de força necessaris per penetrar l'*hydromulch* es van fer 3 penetracions al *hydromulch*, col·locant l'alvèol sobre el substrat, un cop s'havia enretirat el rizoma de l'alvèol. D'aquestes 3 dades, s'ha fet la mitjana.

No s'han pres dades de tots els alvèols, només de 62. Ja que es va començar a mesurar a mig experiment. Del pis 3 no es tenen dades perquè l'*hydromulch* estava tan humit que es desfeia al agafar-lo.



Il·lustració 28. *Hydromulch* on s'ha mesurat la força necessària per penetrar-lo. Font: Pròpia



Il·lustració 29. Penetròmetre utilitzat. Font: Pròpia

Si ens fixem en la mitjana general, veiem que com en l'*hydromulch* gruixut, que té un grossor més gran, la força que s'ha de fer per travessar-lo és superior (veure Taula 6).

Taula 6. *Valors de les mitjanes del grossor de l'hydromulch i la força mesurada amb el penetròmetre*

	Mitjana grossor <i>hydromulch</i> (mm)	Mitjana kg de força
Gruixut	23,54	2,51
Prim	13,19	2,31
Total general	18,568	2,4198

A la Taula 7, veiem com en els pisos superiors, on hi ha menys humitat, l'*hydromulch* ofereix més resistència a la penetració ja que s'ha pogut assecat millor.

En es pisos inferiors, on l'*hydromulch* ha estat en condicions de més humitat, la força que s'ha de fer per penetrar-lo és molt menor.

També veiem que en el pis 6, el més sec de la cambra, l'*hydromulch* prim ofereix molta més resistència que el gruixut. Això pot ser perquè el gruixut encara mantenia humitat, mentre que el prim es va assecar totalment.

Ningun dels rizomes que hi havia al pis 6 amb tractament d'*hydromulch* prim, que és el que mostra valors de duresa més alts, ha mostrat brots que perforessin l'*hydromulch*. Els rizomes del pis 4 amb tractament gruixut, tampoc han mostrat brots que el perforessin.

Com que no tenim moltes dades (a causa dels brots laterals) no podem definir la relació que hi ha entre la duresa de l'*hydromulch* i si els brots el poden perforar o no, però sí que veiem que en els alvèols on l'*hydromulch* té valors de duresa més alts, hi ha menys brots que l'hagin perforat.

Al veure aquests resultats, s'evidencia la necessitat de que l'*hydromulch* s'assequi bé i es vol obtenir valors de duresa alts. És un aspecte que pot condicionar molt l'eficiència de l'*hydromulch*. S'hauria de tenir en compte quines condicions d'humitat té una finca agrícola, per decidir si l'*hydromulch* pot funcionar o no com a eina per al control de males herbes.

En tot l'experiment sempre és va tenir una humitat alta (d'entre el 50 i el 80%) i això va impedir que l'*hydromulch* es pogués assecar del tot en molts dels alvèols. Si és repetís l'experiment amb una règim d'humitat inferior, o deixant uns dies de menys humitat al principi per a que s'assequés, potser el nombre de rizomes que han pogut perforar-lo seria inferior.

Taula 7. Taula de les mitjanes de kg de força necessaris per penetrar els *hydromulchs*.

Pis	Prim (kg)	Gruixut (Kg)	Total (Kg)
1	0,83	1,45	1,25
2	1,26	1,3	1,29
3	-	-	-
4	1,93	3,8	2,76
5	2,32	3,51	2,79
6	4,54	2,11	3,33

A partir de les mesures del penetròmetre, es pot estimar quina força ha de fer una tija per penetrar l'*hydromulch*. Podríem calcular-ho dividint la força (en kg), per 50,24 mm² (que és l'àrea del penetròmetre) i multiplicar-ho per l'àrea de la tija en l'extrem superior. Si a més volguéssim obtenir el resultat en Newtons, l'hauríem de multiplicar per 9,8.

-Pes sec i pes fresc

També es va mesurar el pes fresc i el pes humit d'alguns dels *hydromulchs*. Per fer-ho es va pesar els *hydromulchs* en el moment en que es van enretirar de la cambra, es van posar a un forn a 80^o durant una setmana, i es van tornar a pesar.

Com que es va mesurar en molt pocs alvèols i com que el pes fresc variava molt segons la humitat que aquest havia rebut, no hem utilitzat aquesta dada, tot i que es pot consultar a l'annex.

Respecte el pes sec, com que el volum d'*hydromulch* aplicat en tots els alvèols primos era molt similar, i el volum aplicat en tots els alvèols gruixuts també, el pes sec de l'*hydromulch* és molt homogeni entre les diferents mostres de mateix tractament.

La mitjana del pes sec de les cobertures d'*hydromulch* prim és de 7,5 g i la de les cobertures d'*hydromulch* gruixut és de 11,5 g.

-Grandària rizomes

S'ha volgut comparar la grandària dels rizomes que han rebrotat dels que no, per veure si aquest podia ser el motiu per a que uns no haguessin mostrat brots. Però la mitjana dels valors que caracteritzen la grandària dels rizomes es molt similar, per tant no ho consideràrem un dels motius pels quals alguns rizomes no han rebrotat. A les taules *Taula 8* i *Taula 9* es poden veure els diferents valors.

Taula 8. Mitjana dels valors que caracteritzen la grandària dels rizomes que han rebrotat

Espècie	Mitjana d'ulls	Longitud del rizoma	Diàmetre màx.
<i>C. dactylon</i>	3,1 nusos	6,03 cm	2,21 mm
<i>C. rotundus</i>	-	2,71 cm	11,05 mm
<i>P. dilatatum</i>	1,8 tiges antigues	3,29 cm	10,30 mm
<i>S. halepense</i>	3,5 nusos	5,80 cm	7,24 mm

Taula 9. Mitjana dels valors que caracteritzen la grandària dels rizomes que no han rebrotat.

Espècie	Mitjana d'ulls	Longitud del rizoma	Diàmetre màx.
<i>C. dactylon</i>	2,9 nusos	6,10 cm	1,88 mm
<i>C. rotundus</i>	-	1,96 cm	10,63 mm
<i>P. dilatatum</i>	1,77 tiges antigues	2,50 cm	8,97 mm
<i>S. halepense</i>	3,5 nusos	5,47 cm	6,75 mm

5. Conclusions

Aquest estudi ha mostrat que l'*hydromulch* no inhibeix el desenvolupament dels rizomes de les males herbes estudiades (*Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, *Paspalum dilatatum* i *Sorghum halepense*), i que es possible que el travessin.

No podem saber si l'*hydromulch* ofereix prou resistència als brots de plantes rizomatoses per a que sigui considerat una eina útil per al control d'aquestes, ja que no sabem si tots els rizomes que han sortit lateralment haurien pogut travessar l'*hydromulch* si no haguessin tingut la oportunitat de sortir per el lateral. Però si que em vist que els rizomes s'han vist afectats per aquest, ja que han modificat el seu creixement habitual.

També hem observat que no totes les espècies interactuen de la mateixa manera amb l'*hydromulch*. *P. dilatatum* l'ha perforat en més ocasions que la resta d'espècies.

A més, s'han detectat diferències importants entre la coberta prima i gruixuda, al aplicar el doble de volum d'*hydromulch*, el nombre de perforacions s'ha reduït a més de la meitat.

Durant l'assaig amb l'*hydromulch* s'ha obtingut informació sobre seva la duresa en diferents humitats. Veiem com la duresa de l'*hydromulch* varia molt segons la humitat rebuda. Per determinar si l'*hydromulch* pot ser una eina eficient per al control de males herbes en una finca, s'hauria de tenir en compte la humitat d'aquesta.

Aquest treball serveix com a precedent per a futurs experiments on es mesuri la resistència que ofereix l'*hydromulch* als brots de rizomes de males herbes perennes, ja que ha aportat informació respecte el desenvolupament de brots de les quatre espècies utilitzades, i s'ha mostrat la necessitat de tenir en compte en el disseny de l'experiment que l'*hydromulch* ha de quedar ben segellat per a que els brots no emergeixin lateralment.

En futurs experiments també s'hauria de tenir en compte que l'*hydromulch* s'ha d'assecar bé, ja que en aquest experiment, en general, ha estat sempre en condicions de molta humitat i això li ha impedit agafar valors de duresa alts.

6. Bibliografia

- Ahokas, J.; Korpela, A.; Ince, A.; Guzel, E.; Asikainen, J.; Haapala, T.; Kujanpaa, M.; Mikkola, H.; Pitkanen, M.; Tamminen, A.; Vikman, M. (2014) 'Paper Based Mulches as an Alternative to Polyethylene Mulch in Vegetable Production', *Journal of Agricultural Machinery Science*, 10 (1): pp. 73-78
- Aldrich, R. (1984). *Weed-crop ecology*. North Scituate, Mass. u.a.: Breton Publ.
- Bolòs, O.; Vigo, J. (1993). *Flora manual dels països catalans*. Barcelona: Pòrtic.
- Bond, W.; Grundy, A. C. (2000) 'Non-chemical weed management in organic farming systems', *Weed research*, 41 (5): pp. 383-405
- Borrás, M.; Reguant, A. (2003) '*Paspalum dilatatum*: caracterització i mecanismes de propagació', Treball de final de carrera- Escola Superior d'Agricultura
- Cornaglia, P. S.; Schrauf, G. E.; Deregibus, V. A. (2009) 'Flooding and grazing promote germination and seedling establishment in the perennial Grass *Paspalum dilatatum*', *Austral Ecology*, 34 (3): pp. 343–350
- Cruttwell McFadyen, R. E. (1998) 'Biological control of weeds', *Annual Review of Entomology*, 43: pp. 369-393
- Fernandez, O. N. (2003) 'Establishment of *Cynodon dactylon* from stolon and rhizome fragments', *Weed Research*, 43 (2): pp. 130-138
- Hakansson, S. (1982) 'Multiplication, growth and persistence of perennial weeds' dins del llibre Holzner, W. i Numata, M. (1982), *Biology and ecology of weeds*. The Hague: W. Junk.
- Haapala, T.; Palonen, P.; Korpela, A.; Ahokas, J. (2014) 'Feasibility of paper mulches in crop production: a review', *Agricultural and Food Science*, 23: pp. 60-79
- Hatcher, P.E.; Melander, B. (2003) 'Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies', *Weed Research*, 43 (5): pp. 303-322
- Horowitz, M. (1996) 'Bermudagrass (*Cynodon dactylon*): A History of the Weed and Its Control in Israel', *Phytoparasitica*, 24 (4): pp. 305-320
- Horowitz, M. (1927) 'Growth, tuber formation and spread of *Cyperus rotundus* L. from single tubers', *Weed research*, 12 (4): pp. 348-363
- Labrada, R.; Caseley, J. C.; Parker, C. (1996). *Manejo de maleza para países en desarrollo*. Roma: FAO.
- Loddo, D.; Masin, R.; Otto, S.; Zanin, G. (2011) 'Estimation of base temperature for *Sorghum halepense* rhizome sprouting', *Weed Research*, 52 (1): pp. 42–49

- Mico, M. (2018) 'Desenvolupament i caracterització d'un encoixinat biodegradable per al control de males herbes', Treball de final de grau- Escola Superior d'Agricultura
- Neil Harker, K.; O'Donovan, John T. (2013) 'Recent Weed Control, Weed Management, and Integrated Weed Management', *Weed Science Society of America*, 27 (1): pp. 1-11
- Rambakudzibga, A. M. (1999) 'Aspects of the growth and development of *Cyperus rotundus* under arable crop canopies implications for integrated control', *Weed research*, 39 (6): pp. 507-514
- Satorre, E.H.; Guglielmini, A. C. (1999) 'Dinámica poblacional y control de gramón (*Cynodon dactylon*) en cultivos de verano', *Rev. Facultad de agronomía*, 19(1): pp. 49-57
- Satorre, E.H.; Guglielmini, A. C. (2001) 'Shading effects on spatial growth and biomass partitioning of *Cynodon dactylon*', *Weed Research*, 42 (2): pp. 123–134
- Tu, M.; Hurd, C. ; Randall, J. M. (2001). *Weed Control Methods Handbook: Tools & Techniques for Use in Natural Areas*. All U.S. Government Documents (Utah Regional Depository). Paper 533.
- Warnick, J. P.; Chase, C. A.; Rosskopf, E.N.; Simonne, E. H.; Scholberg, J. M.; Koenig, R. L.; Roe, N. E. (2006) 'Weed suppression with hydramulch, a biodegradable liquid paper mulch in development', *Renewable Agriculture and Food Systems*, 21 (4): pp. 216-233
- Warwick, S. I.; Black L. D. (1982) 'The biology of Canadian weed. 61. *Sorghum halepense* (L.) Pers.', *Canadian Journal of Plant Science*, 63(4): pp. 997-1014
- Australian Government. *Weed prevention: Weeds in Australia*. (Data de consulta: 11 de gener del 2019). Disponible a: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/management/prevention.html>
- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI). (Data de consulta: 10 de gener del 2018). Disponible a: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/>
- Universitat d'Oregó. *Describe the five general categories of weed control methods*. (Data de consulta: 3 de gener del 2019). Disponible a: <https://forages.oregonstate.edu/nfgc/eo/onlineforagecurriculum/instructormaterials/availabletopics/weeds/control>

ANNEX

Índex

1. Mapa de la cambra i calendari de emergència	53
2. Esquemes de brotació dels diferents rizomes	55
3. Taula de l'emergència dels brots dels rizomes	59
4. Taula dels rizomes no emergits.....	62

1. Mapa de la cambra i calendari de emergència

LLEGENDA

lateral
perforat
control

<i>C. dactylon</i>	<i>S. halepense</i>
<i>P. dilatatum</i>	<i>C. rotundus</i>

Prim R6

	17/12/2018
04/12/2018	10/12/2018

Control R6

10/12/2018	10/12/2018
	10/12/2018

PIS 6

Gruixut R6

10/12/2018	11/12/2018

Gruixut R8

03/12/2018	17/12/2018
19/12/2018	12/12/2018

Prim R8

	18/12/2018

PIS 5

Prim R2

03/12/2018	
10/12/2018	07/01/2019

Gruixut R4

	20/12/2018
	10/12/2018

control R4

03/12/2018	17/12/2018
05/12/2018	10/12/2018

Prim R4

	12/12/2018
03/12/2018	12/12/2018

Control R1

03/12/2018	
10/12/2018	10/12/2018

Prim R1

17/12/2018	
10/12/2018	10/12/2018

PIS 4

Gruixut R1

17/12/2018	17/12/2018
18/12/2018	

Control R3

10/12/2018	10/12/2018
03/12/2018	10/12/2018

Prim R3

05/12/2018	
	10/12/2018

Gruixut R2

	10/12/2018
17/12/2018	10/12/2018

Control R10

10/12/2018	10/12/2018
10/12/2018	

Prim R10

04/12/2018	10/12/2018
18/12/2018	10/12/2018

Control R2

Control R7

10/12/2018	

Control R9

10/12/2018	

Control R8

05/12/2018	03/12/2018
03/12/2018	10/12/2018

PIS 3

Prim R7

	19/12/2018

PIS 2

Gruixut R9

10/12/2018	04/12/2018
10/12/2018	12/12/2018

Prim R9

10/12/2018	
05/12/2018	04/12/2018

PIS 1

Prim R5

10/12/2018	17/12/2018

Gruixut R5

17/12/2018	
	10/12/2018

Gruixut R3

Gruixut R7

Gruixut R10

	17/12/2018
12/12/2018	

Control R5

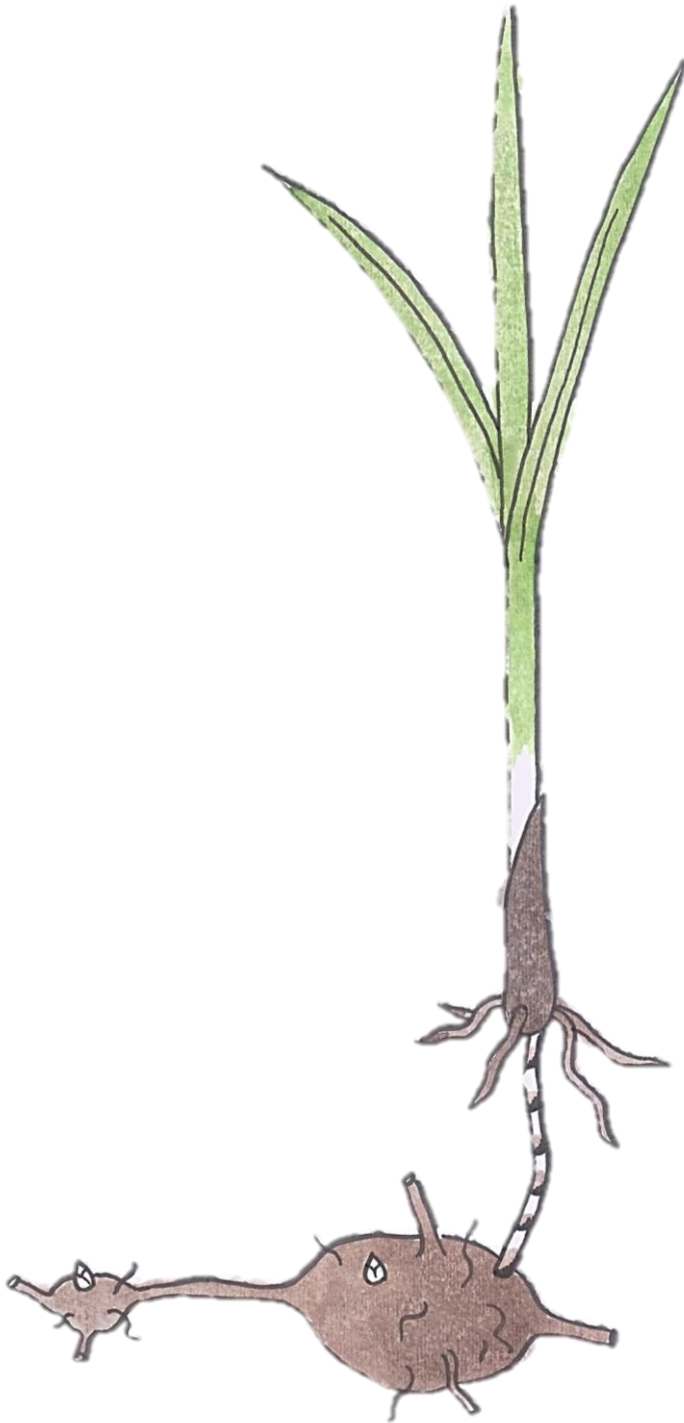
10/12/2018	10/12/2018

2. Esquemes de brotació dels diferents rizomes

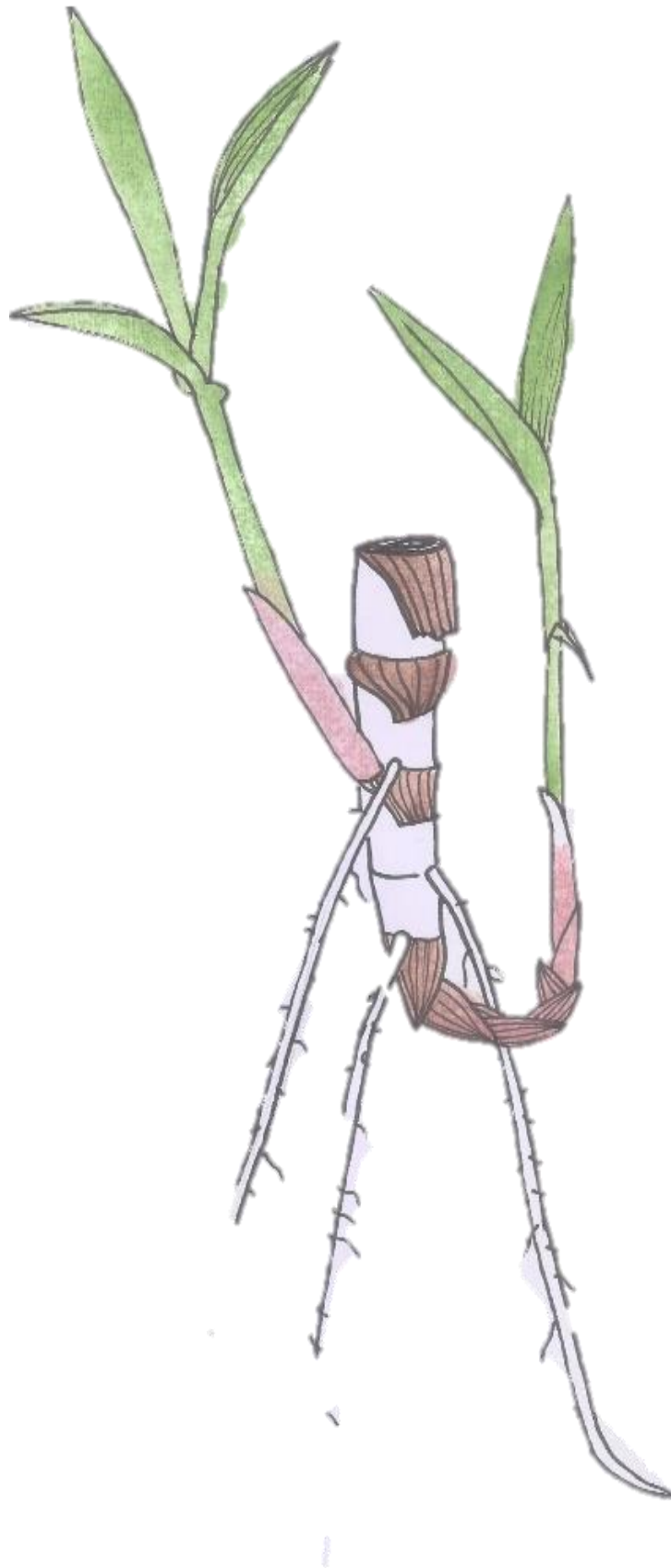
Paspalum dilatatum



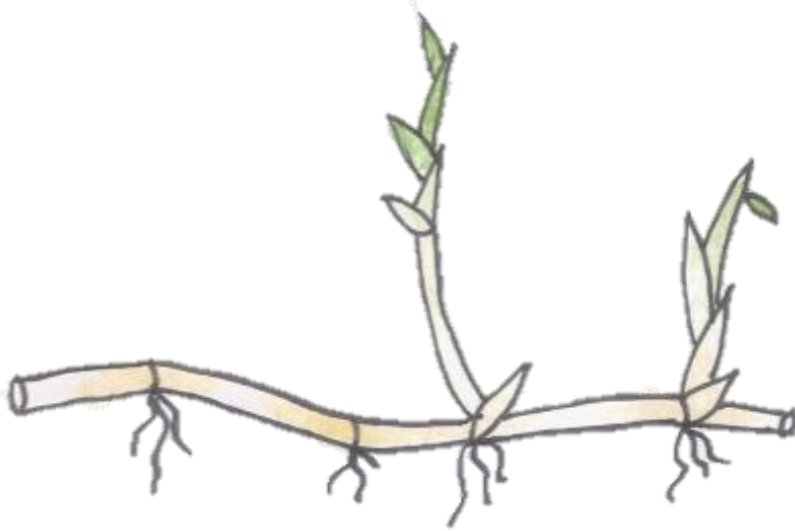
Cyperus rotundus



Sorghum halepense



Cynodon dactylon



3. Taula de l'emergència dels brots dels rizomes

Data d'Emergència	Hora	Pis cambra	Replica	Tractament	Espècie	Grossor del mulch (mm)	Long. Rizoma (cm)	Diàmetre rizoma (mm)	Nº Gemmes	Nº Brots	Brots amarants	Tipus de emergència	Duresa penetròmetre (kg)	Pes fresc del mulch (g)	Pes sec del mulch (g)
30/11/2018	17:00	1	R5	Control	<i>Cynodon</i>		4,65	2,44	4	2	2				
03/12/2018	11:00	4	R1	Control	<i>Cynodon</i>		6,80	2,40	3	1	1				
03/12/2018	11:00	5	R2	Prim	<i>Cynodon</i>	13,07	6,20	2,88	3	1	1	LATERAL	1,17	14,71	6,02
03/12/2018	11:00	5	R3	Control	<i>Paspalum</i>		3,56	12,20	1	1	1				
03/12/2018	11:00	5	R4	Control	<i>Cynodon</i>		6,90	1,99	4	1	1				
03/12/2018	11:00	5	R4	Prim	<i>Paspalum</i>	16,54	4,15	11,50	2	1	1	LATERAL	2,93	8,86	7,43
03/12/2018	11:00	1	R8	Control	<i>Paspalum</i>		3,77	13,92	2	6	3				
03/12/2018	11:00	1	R8	Control	<i>Sorghum</i>		5,50	8,70	3	2	1				
03/12/2018	11:00	5	R8	Gruixut	<i>Cynodon</i>	25,37	6,75	1,97	3	1	1	LATERAL	6,23	12,78	11,39
04/12/2018	14:00	4	R10	Prim	<i>Cynodon</i>	12,16	6,43	1,87	3	2	1	LATERAL	1,53		
04/12/2018	14:00	6	R6	Prim	<i>Paspalum</i>	9,71	4,19	10,40	2	1	1	LATERAL	5,30		
04/12/2018	11:00	2	R9	Gruixut	<i>Cynodon</i>	24,99	5,86	1,77	3	1	1	LATERAL	1,33		
04/12/2018	14:00	2	R9	Gruixut	<i>Sorghum</i>	24,65	6,31	7,52	5	2	1	LATERAL	1,50		
04/12/2018	14:00	2	R9	Prim	<i>Cyperus</i>	11,77	21,01	12,55		2	2	LATERAL	1,27		
05/12/2018	14:00	4	R3	Prim	<i>Cynodon</i>	14,18	6,62	1,42	3	1	1	LATERAL	2,27		
05/12/2018	14:00	5	R4	Control	<i>Paspalum</i>		3,63	10,23	2	2	1				
05/12/2018	11:00	1	R8	Control	<i>Cynodon</i>		5,19	2,22	3	2	1				
05/12/2018	11:00	2	R9	Prim	<i>Paspalum</i>	12,79	2,78	8,84	1	3	1	PERFORAT			
10/12/2018	11:00	4	R1	Control	<i>Paspalum</i>		3,12	7,64	1	2	1				
10/12/2018	11:00	4	R1	Control	<i>Cyperus</i>		1,83	11,46		3	1				
10/12/2018	11:00	4	R1	Prim	<i>Paspalum</i>	14,50	2,76	8,08	2	2	2	PERFORAT			

10/12/2018	11:00	2	R9	Gruixut	<i>Paspalum</i>	23,13	2,88	8,63	2	1	1	LATERAL	1,03		
10/12/2018	11:00	2	R9	Prim	<i>Cynodon</i>	13,80	6,71	2,26	3	2	1	PERFORAT			
11/12/2018	11:00	2	R10	Gruixut	<i>Paspalum</i>	25,00	2,71	9,99	3	4	1	PERFORAT			
11/12/2018	11:00	6	R6	Gruixut	<i>Cyperus</i>	25,15	2,13	11,48		4	1	PERFORAT			
11/12/2018	11:00	5	R8	Gruixut	<i>Cyperus</i>	22,33	1,82	10,98		1	1	LATERAL	3,07	22,78	13,1
11/12/2018	11:00	2	R9	Gruixut	<i>Cyperus</i>	24,54	1,72	10,02		2	1	LATERAL	1,70		
17/12/2018	10:00	4	R1	Gruixut	<i>Cynodon</i>	22,21	6,11	2,63	4	2	1	LATERAL	3,75		
17/12/2018	10:00	4	R1	Gruixut	<i>Sorghum</i>	24,10	6,10	7,01	4	1	1	LATERAL	2,00		
17/12/2018	10:00	4	R1	Prim	<i>Cynodon</i>	17,08	5,28	2,56	3	3	1	PERFORAT	2,15		
17/12/2018	10:00	2	R10	Gruixut	<i>Sorghum</i>	23,34	5,92	5,88	3	1	1	LATERAL	1,03		
17/12/2018	10:00	4	R2	Gruixut	<i>Paspalum</i>	24,60	3,98	10,47	2	1	1	LATERAL	8,90		
17/12/2018	10:00	5	R4	Control	<i>Sorghum</i>		4,71	5,38	3	2	1				
17/12/2018	10:00	1	R5	Gruixut	<i>Cynodon</i>	24,41	5,73	1,23	3	4	1	LATERAL	1,60		
17/12/2018	10:00	1	R5	Prim	<i>Cyperus</i>	14,59	1,91	10,11		4	2	LATERAL	0,93		
17/12/2018	10:00	6	R6	Prim	<i>Sorghum</i>	11,24	4,81	5,33	3	3	1	LATERAL	4,00		
17/12/2018	10:00	5	R8	Gruixut	<i>Sorghum</i>	21,64	7,11	9,20	3	1	1	LATERAL	3,33		
18/12/2018	13:00	4	R1	Gruixut	<i>Paspalum</i>	19,75	3,21	11,11	2	3	1	LATERAL	1,37		
18/12/2018	13:00	4	R10	Prim	<i>Paspalum</i>	16,09	3,61	14,04	2	2	1	PERFORAT	1,20	29,41	7,66
18/12/2018	11:00	5	R8	Prim	<i>Sorghum</i>	17,54	5,68	8,12	5	2	2	PERFORAT	0,85	30,12	7,972
19/12/2018	11:00	3	R7	Prim	<i>Sorghum</i>	11,41	4,55	10,05	4	1	1	LATERAL	Molt tou		
19/12/2018	11:00	5	R8	Gruixut	<i>Paspalum</i>	23,59	4,53	8,67	2	2	1	LATERAL	6,63		
20/12/2018	11:00	5	R4	Gruixut	<i>Sorghum</i>	21,88	6,38	5,93	3	2	1	PERFORAT	1,90	21,58	11,59
07/01/2019	11:00	5	R2	Prim	<i>Cyperus</i>	9,95	1,40	9,02		1	1	PERFORAT	1,07		

4. Taula dels rizomes no emergits

Data d'observació	Hora	Pis cambra	Replica	Tractament	Espècie	Grosor del mulch (mm)	Long. Rizoma (cm)	Diàmetre rizoma (mm)	Nº Gemmes	Nº Brots	Brots emergits	Duresa penetrometre (kg)
07/01/2019	11:00	4	R1	Control	<i>Sorghum</i>		4,63	8,30	3	0	0	
07/01/2019	11:00	4	R1	Prim	<i>Sorghum</i>	11,18	4,38	7,03	3	0	0	1,17
07/01/2019	11:00	4	R1	Gruixut	<i>Cyperus</i>	21,82	2,27	12,77		0	0	2,10
07/01/2019	11:00	3	R2	Control	<i>Paspalum</i>		4,28	10,35	2	0	0	
07/01/2019	11:00	3	R2	Control	<i>Cyperus</i>		1,88	8,74		0	0	
07/01/2019	11:00	3	R2	Control	<i>Cynodon</i>		5,89	2,20	3	0	0	
07/01/2019	11:00	3	R2	Control	<i>Sorghum</i>		5,80	6,17	4	0	0	
07/01/2019	11:00	4	R2	Gruixut	<i>Cynodon</i>	19,41	6,73	2,63	3	3	0	3,17
07/01/2019	11:00	5	R2	Prim	<i>Sorghum</i>	13,90	5,47	5,33	4	1	0	2,30
07/01/2019	11:00	3	R3	Gruixut	<i>Cyperus</i>	24,78	1,99	12,91		0	0	molt tou
07/01/2019	11:00	3	R3	Gruixut	<i>Paspalum</i>	23,37	2,84	8,22	1	0	0	molt tou
07/01/2019	11:00	3	R3	Gruixut	<i>Cynodon</i>	25,58	5,62	2,02	3	0	0	molt tou
07/01/2019	11:00	3	R3	Gruixut	<i>Sorghum</i>	25,02	5,59	7,87	3	0	0	molt tou
07/01/2019	11:00	4	R3	Prim	<i>Paspalum</i>	9,96	2,35	5,10	2	0	0	
07/01/2019	11:00	4	R3	Prim	<i>Sorghum</i>	10,96	5,15	10,90	3	2	0	2,17
07/01/2019	12:00	5	R4	Prim	<i>Cynodon</i>	13,72	6,81	1,18	3	0	0	2,47
07/01/2019	12:00	5	R4	Gruixut	<i>Paspalum</i>	23,29	1,85	11,10	2	0	0	2,20
07/01/2019	12:00	5	R4	Gruixut	<i>Cynodon</i>	30,04	5,54	1,97	3	1	0	2,90
07/01/2019	12:00	1	R5	Control	<i>Sorghum</i>		4,65	7,20	3	0	0	
07/01/2019	12:00	1	R5	Prim	<i>Cynodon</i>	13,51	descompost	descompost		0	0	0,73
07/01/2019	12:00	1	R5	Prim	<i>Sorghum</i>	15,85	5,33	6,62	3	0	0	molt tou
07/01/2019	12:00	1	R5	Gruixut	<i>Paspalum</i>	24,54	2,13	9,60	2	0	0	1,37

07/01/2019	12:00	1	R5	Gruixut	<i>Sorghum</i>	24,84	5,70	5,37	3	0	0	1,30
07/01/2019	12:00	6	R6	Control	<i>Paspalum</i>		1,00	assecat				
07/01/2019	12:00	6	R6	Prim	<i>Cynodon</i>	14,58	5,96	1,77	3	1	0	2,27
07/01/2019	12:00	6	R6	Gruixut	<i>Cynodon</i>	21,49	6,83	1,75	3	2	0	2,10
07/01/2019	12:00	6	R6	Gruixut	<i>Sorghum</i>	17,48	6,70	8,01	4	1	0	1,73
08/01/2019	12:00	2	R10	Gruixut	<i>Cyperus</i>	23,95	2,53	13,79		1	0	1,17
08/01/2019	12:00	2	R10	Gruixut	<i>Cynodon</i>	26,05	6,25	2,08	3	2	0	1,33
08/01/2019	12:00	4	R10	Control	<i>Cyperus</i>		1,57	9,75		0	0	
08/01/2019	11:00	3	R7	Control	<i>Cyperus</i>		1,97	7,68		0	0	
08/01/2019	11:00	3	R7	Control	<i>Paspalum</i>		4,65	8,93	2	0	0	
08/01/2019	11:00	3	R7	Control	<i>Sorghum</i>		6,05	3,22	4	0	0	
08/01/2019	11:00	3	R7	Prim	<i>Cyperus</i>	15,63	1,84	9,47		0	0	molt tou
08/01/2019	11:00	3	R7	Prim	<i>Paspalum</i>	16,45	2,17	15,27	2	0	0	molt tou
08/01/2019	11:00	3	R7	Prim	<i>Cynodon</i>	14,65	7,06	1,31	3	0	0	molt tou
08/01/2019	11:00	3	R7	Gruixut	<i>Paspalum</i>	24,28	2,56	4,64	2	0	0	1,73
08/01/2019	11:00	3	R7	Gruixut	<i>Cynodon</i>	25,41	5,41	1,63	3	0	0	1,60
08/01/2019	11:00	3	R7	Gruixut	<i>Sorghum</i>	23,62	5,28	5,86	4	0	0	1,00
08/01/2019	11:00	3	R7	Gruixut	<i>Cyperus</i>	22,87	2,07	10,69		0	0	1,13
08/01/2019	11:00	5	R8	Prim	<i>Cyperus</i>	11,91	1,68	10,65		0	0	1,40
08/01/2019	11:00	5	R8	Prim	<i>Paspalum</i>	13,49	0,97	7,51	1	2	0	4,67
08/01/2019	12:00	5	R8	Prim	<i>Cynodon</i>	12,36	6,81	1,87	2	3	0	2,83
08/01/2019	12:00	2	R9	Control	<i>Cynodon</i>		4,40	2,12	3	1	0	
08/01/2019	12:00	2	R9	Control	<i>Cyperus</i>		1,78	9,83		0	0	
08/01/2019	12:00	2	R9	Control	<i>Sorghum</i>		6,26	6,35	4	1	0	
08/01/2019	12:00	2	R9	Prim	<i>Sorghum</i>	11,37	5,70	6,27	4	0	0	

