



GUIA DE BONES PRÀCTIQUES D'APROFITAMENTS AGRÍCOLES DE LA LLANA GENERADA A LES EXPLOTACIONS DE LES ILLES BALEARS

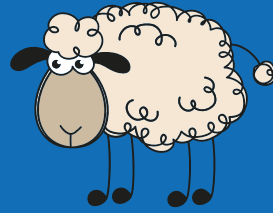
*Descripció de les tècniques permeses
i condicions d'aplicació*





Contingut

CONTEXT I JUSTIFICACIÓ DE LA GUIA	5
APROFITAMENTS AGRÍCOLES DE LA LLANA	15
PROPIETATS GENERALS D'AQUESTS PRODUCTES	17
COMPOSTATGE	18
Material necessari i les seves característiques	19
Conformació de la pila o caramull de compost	20
Control i maneig durant el procés	22
Possibles problemes i solucions durant el compostatge	27
Reconèixer un bon compost	27
Aspectes clau per compostar llana	28
BIOINSUM LÍQUID - LLANA HIDROLITZADA	29
Material per a 200 L de fertilitzant concentrat	31
Preparació	32
Aplicació	34
JAÇ/LLIT PER ANIMALS	36
PÈL·LETS DE LLANA: FERTILITZANTS I PRESERVADORS D'HUMITAT	38
ENCOIXINAT PER ALS ARBRES I HORTA	40
PROTECTORS CONTRA PLAGUES TERRESTRES	43
SUBSTRAT PER PLANTERS	44
BASE D'ENTERRAMENT DE RESIDUS ANIMALS	45
REFERÈNCIES	47



Context i justificació de la guia



E n els darrers anys, la llana ha anat perdent valor. D'una banda, l'aparició de noves fibres tèxtils més barates, deixen en lloc quasi residual, els seus usos tèxtils tradicionals. A més, dins el mercat de llana mundial, la llana que té major valor és la provinent de races de llanes fines com la merina, la qual cosa deixa en molt mala posició les llanes més gruixades com la provinent de les races balears i la de la majoria de races peninsulars i mediterrànies. Tot això ha propiciat que molta llana quedi emmagatzemada a les finques en condicions que poden suposar un risc sanitari, a més del problema de gestió que suposa dins l'explotació.

En aquest context, han començat a sortir iniciatives per revertir la situació. Des de fa anys, s'ha estat fent recerca sobre noves aplicacions i han sortit indústries dedicades a usos alternatius com els aïllaments tèrmics i acústics, la cosmètica i biomedicina, o els fertilitzants i productes agrícoles; entre d'altres.

El principal problema que condiciona l'aparició d'altres aprofitaments ha estat la normativa sanitària estricta a que es troba sotmesa actualment la llana crua o bruta (aquella que s'obté directament de l'ovella, sense cap tractament posterior).

A més, fins ara ha existit un posicionament més estricte per part de les diferents administracions a l'hora d'interpretar la norma en casos que es dona marge d'interpretació per a la rebaixa d'exigències.

La normativa actual està enfocada a gestionar els subproductes animals i als productes derivats no destinats al consum humà (d'ara endavant SANDACH) de manera que es redueixin els riscos per la salut pública i la salut animal i per tant es preservi la seguretat de la cadena alimentària humana i animal.

Així i tot, no especifica quins són els riscos particulars de la llana, ni quina probabilitat hi ha de que la llana entri a la cadena alimentària. Indica que es poden utilitzar per diverses finalitats a condició de que s'apliquin condicions que redueixin al mínim els riscos sanitaris, però en moltes ocasions no detalla quins son aquests mínims en el cas de la llana. Tampoc no aprofundeix en els possibles aprofitaments de la llana, potser per què



és un SANDACH que no es té massa en compte en la normativa i sovint s'oblida la seva menció en els possibles usos.

Per entendre la situació actual, i el context d'aquesta guia, és important destacar els aspectes claus de la normativa a la que actualment s'han d'ajustar aquestes pràctiques:



EL REGLAMENT 1069/2009 DEL PARLAMENT EUROPEU I DEL CONSELL, de 21 d'octubre del 2009, estableix les normes sanitàries aplicables als subproductes animals i als productes derivats no destinats al consum humà



EL REGLAMENT 142/2011 DE LA COMISSIÓ de 25 de febrer de 2011 estableix les disposicions d'aplicació del Reglament (CE) 1069/2009.



A més, a nivell nacional, el **REIAL DECRET 1528/2012** de 8 de novembre, estableix les disposicions específiques d'aplicació a Espanya del R (CE) 1069/2009.



A nivell autònic, a més, s'ha aprovat la **RESOLUCIÓ DEL CONSELLER D'AGRICULTURA, PESCA I MEDI NATURAL** per la qual es modifica i es prorroga la vigència de la Resolució de 6 de juny de 2014, per la qual es va establir zona remota tot el territori de les Illes Balears.



El reglament 1069/2009 especifica en l'article 3 que els SANDACH es classifiquen en categories específiques que reflecteixin el seu nivell de risc per a la salut pública i la salut animal (Categories 1, 2 i 3). Actualment la llana crua es troba catalogada com a SANDACH de categoria 3, la categoria menys restrictiva a nivell sanitari. Aquesta categoria inclou, entre d'altres subproductes; en l'article 10.h: *la sang, la placenta, la **llana**, les plomes, el pèl, les banyes, els retalls de cascs, ungles o peülles i la llet crua d'animals vius* que no presentin cap signe de malaltia transmissible a través d'aquests productes als éssers humans o als animals; i en l'article 10.n: *les pells, els cascos, ungles o peülles, les plomes, la **llana**, les banyes i els cabells d'animals morts* que no presentin cap signe de malaltia transmissible a través d'aquests productes als éssers humans o als animals.



L'article 14 del reglament 1069/2009 estableix les normes d'eliminació i ús de material de la categoria 3, que contempla les següents possibilitats:

- a) D'una banda, l'article 14 del reglament 1069/2009 parla de mètodes d'eliminació genèrics:
 - Eliminació mitjançant incineració, amb o sense processament previ;
 - Eliminació o valorització per coïncineració, amb o sense processament previ;
 - Eliminació en un abocador autoritzat, amb processament previ;
- b) D'altra banda l'article 14 del reglament 1069/2009 contempla altres maneres d'eliminació que permetin el seu aprofitament, com:
 - 1 us com a combustible amb processament o sense previ;
 - 2 us per a la fabricació dels productes derivats
 - 3 elaboració de compostatge o transformació en biogàs;
 - 4 excepte en el cas de material de la categoria 3 que hagi canviat per descomposició o degradació de manera que presenti un risc inacceptable per a la salut pública o la salut animal, us per la fabricació de pinsos (d'animals de granja diferents dels de pelleteria, animals de pelleteria, i animals de companyia), per a la fabricació d'aliments crus per animals de companyia; i per a la fabricació d'adobs i esmenes del sòl de origen orgànic.



*Pel que fa el compostatge i la transformació en biogàs, no fa distincions de producte dins la categoria 3, **per tant és aplicable així a la llana.***

*El Reglament 142/2011 especifica en l'annex V els requeriments d'aquestes plantes, els quals son extensos, i en els quals cal destacar que es permet la transformació de subproductes animals i productes derivats en biogàs o compost amb la finalitat d'introduir-lo al mercat, controlant que **s'asseleix la temperatura de 70 °C durant 1 hora.***

Per autoconsum, no es contempla però tampoc es prohibeix.



Una definició d'interès, és la "d'adobs orgànics i esmenes del sòl": materials d'origen animal utilitzats junts o per separat per a mantenir o millorar la nutrició de les plantes i les propietats fisicoquímiques i l'activitat biològica dels sòls; poden incloure fèms animal, guano no mineralitzat, contingut del tub digestiu, compost i residus de fermentació. **Així i tot, s'oblida la llana a l'hora d'incloure-la.**



El Reial Decret 1528/2012, en l'article 22, regula els adobs i esmenes del sòl d'origen orgànic que hagin de ser utilitzats a Espanya i que consisteixin o provenguin de farines de carn i ossos derivades de materials de categoria 2 o de proteïnes animals processades (en les quals es pot incloure la llana), i estableix que

- hauran de ser barrejats amb un component autoritzat per l'autoritat competent (d'acord amb l'annex XI, capítol II, secció 1 del Reglament 142/2011), en una proporció mínima que exclouï tot ús posterior de la barreja amb finalitats d'alimentació animal; en establiments o plantes autoritzades o registrades d'acord amb el Reglament 1069/2009.
- que aquesta es realitzarà d'acord amb les condicions establertes a l'article 22 del Reglament (UE) núm. 142/2011,
- que es realitzarà d'acord amb les disposicions del Reial decret 824/2005, que inclouen la inscripció obligatòria al Registre dels productes fertilitzants prèvia a la seva comercialització.



En aquest sentit, no menciona l'autoconsum, **per la qual cosa es podria interpretar la permissió del seu ús si no hi ha activitat comercial**

- c) A més, aquest article l'article 14 del reglament 1069/2009 parla de l'eliminació d'una sèrie de SANDACH específics, però en cap cas menciona la llana. En concret estableix les condicions de l'eliminació d'aquells SANDACH originaris d'animals aquàtics, d'algunes petxines de mol·luscs closques d'ou, de residus de cuina; i per últim de la llet crua, del calostre i els seus productes derivats. Aquests últims es podran aplicar a la terra sense processament previ, si l'autoritat competent considera que no presenten cap risc de malaltia transmissible per als éssers humans o els animals.



Això genera **el dubte de si realment té menys risc en aplicar-la a la terra un producte lacti que la llana d'ovella**, o si és que **no s'ha considerat mai aquesta opció en definir la normativa**.



EL REGLAMENT 142/2011, en l'article 25, d'importació, trànsit i exportació de subproductes animals i productes derivats, estableix que la llana haurà de ser **rentada a fàbrica** o que hagin estat tractats amb un altre mètode que garanteixi **l'eliminació de riscos inacceptables**;



*En conclusió, una vegada més, es parla d'evitar riscos inacceptables **per a la salut pública i animal** però no estableix quins son aquests riscos.*



Pel que fa la **RESOLUCIÓ DEL CONSELLER D'AGRICULTURA, PESCA I MEDI NATURAL** per la qual es modifica i es prorroga la vigència de la Resolució de 6 de juny de 2014, per la qual es va establir zona remota tot el territori de les Illes Balears; es permet la utilització de la llana per a la realització de l'enterrament de determinats SANDACH: cadàvers d'animals de granja, salvatges, i d'abelles, i subproductes de l'apicultura. Aquests es podran enterrar sempre que es compleixin els requeriments d'higiene específics (annex IV) i generals (annex V), les obligacions dels titulars (annex VI), i els límits màxims permissibles establerts a l'annex VII, sota supervisió oficial i de manera que es previngui la transmissió de riscos per a la salut pública i la salut animal.



Per últim, cal tenir en compte, a més de tot el que s'ha exposat, que **L'ARTICLE 30 DEL REGLAMENT 1069/2009** estableix que quan sigui necessari, les autoritats competents fomentaran el desenvolupament, la divulgació i ús voluntari de guies nacionals de bones pràctiques, que els explotadors podran utilitzar amb caràcter voluntari.

Descripció dels riscos i com s'han d'avaluar:

Es considera que el risc d'usar la llana per als enterraments és baix sempre que:

- ✗ procedeixi d'explotacions ramaderes autoritzades
- ✗ procedeixi d'explotacions ramaderes no subjectes a cap restricció de tipus sanitari
- ✗ procedeixin d'animals que no presentin cap signe de malaltia transmissible a través d'aquests productes als éssers humans o els animals

Per altra banda, per a aprofitaments agrícoles s'han de tenir en compte també el RD 1051/2022 de normes per a la nutrició sostenible del sòl. Com que la llana no està inclosa dins la "part 1. Llista de materials que poden emprar-se en la fertilització dels sòls agraris", s'ha de tenir en compte la part 3 de l'Annex VIII, que exposa la documentació que es necessita per a incloure un nou residu com a fertilitzant. S'ha de descriure analíticament el producte i demostrar-ne els beneficis com a fertilitzant, feina que ja s'ha iniciat des de Mallorca Rural.

Aterrant a la nostra Comunitat Autònoma, en la llei 3/2019, de 31 de gener, Agrària de les Illes Balears no es fa menció a la llana. Tot i això, alguns punts reforcen l'autorització dels aprofitaments que es descriuen en aquesta guia:





ART. 37. Foment de l'economia circular i aprofitament de recursos orgànics i de nutrients.



ART. 38. Tenen la consideració de productes derivats d'origen agrari o agroalimentari, i no de subproductes o residus, els que s'obtenen en els processos agraris o agroalimentaris de transformació, la finalitat de la qual no sigui obtenir aquest producte i posteriorment tinguin un ús agrari, com els productes derivats de l'elaboració d'oli, de vi, de productes hortofructícoles, lactis **i altres**. Els productes derivats dels processos agraris o agroindustrials podran utilitzar-se per a usos agraris, i en concret per al compostatge, la fertilització i l'alimentació animal.

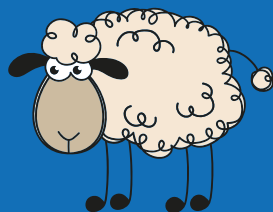


ART. 54. Les **administracions autonòmica, insular i local fomentaran pràctiques que contribueixin a millorar la fertilitat del sòl, l'estructura i el contingut en matèria orgànica**. Per acabar, en el capítol VII s'hi especifica la responsabilitat de les administracions competents **per implementar, en producció ramadera, sistemes sostenibles econòmicament i ambientalment de manipulació, comercialització i eliminació de cadàvers d'animals, residus i subproductes derivats** de l'activitat ramadera, tenint en comte el fet pluriinsular.

És en aquest context que, des de Mallorca Rural, emmarcat dins el seu projecte pilot de viabilitat de la llana en el sector industrial i altres aprofitaments, s'inicia la feina amb el Servei de Ramaderia de la CAIB per trobar la forma de flexibilitzar les restriccions actuals d'ús i tractament de la llana a les Illes Balears, materialitzant-se primer en una Nota Tècnica de Transformació i ús de la llana que es genera dins una explotació de les Illes Balears (maig de 2023), i ara amb la present guia. La nota tècnica s'envià a tots els Tècnics veterinaris del Servei de Ramaderia, de les delegacions comarcals i dels Consells Insulars de Menorca i Eivissa i s'hi descriuen les practiques agrícoles amb llana autoritzades, sempre dins la mateixa explotació d'origen de la llana. S'hi identifiquen l'aprofitament en forma de compost, fertilitzant, encoixinat per als arbres i com a base d'enterrament de cadàvers.

Tot i això, per a la correcta difusió i implementació d'aquestes pràctiques, es feina necessària la preparació i publicació d'aquesta guia, elaborada dins la segona fase del projecte Propi de Mallorca Rural, en col·laboració amb la Conselleria d'Agricultura, Pesca i Medi Natural.

Els procediments proposats a continuació es basen en una àmplia bibliografia existent i en experiències ja realitzades a les Illes, o a altres comunitats on tenen la mateixa problemàtica.



Aprofitaments
agrícoles de la llana



PROPIETATS GENERALS D'AQUESTS PRODUCTES

La llana és una fibra biodegradable i reciclable amb amplis beneficis quan es retorna al sòl. La llana crua o bruta es compon principalment d'una proteïna anomenada queratina, i que es compon d'un 50% de carboni, 16-17% de Nitrogen i 3-4% de sofre principalment, jugant un paper clau en la nutrició de les plantes.

Les molècules (aminoàcids) que componen la queratina però, es troben fortament units per enllaços de sofre, que resisteixen l'atac dels enzims més comuns, fent-la un material difícil de biodegradar. També és resistent a l'atac de microorganismes, que només sota condicions adequades d'humitat, temperatura i nutrients disponibles, són capaços de degradar-la, fent que el procés natural de degradació sigui molt lent.

Aquestes propietats permeten aprofitar-la per múltiples usos agrícoles, a banda de tots els altres aprofitaments descrits per altres sectors. En aquest cas, és beneficiosa com a esmena del sòl i font de nutrients orgànics d'alliberació lenta, conservant de la humitat del sòl i estabilitzant (geotèxtil) i estructurant de sòls (n'augmenta la porositat, millorant la capacitat de captació d'oxigen). Se'n pot fer compost, encoixinats o substrats per planters entre d'altres (S.C. Sharma, 2019).

Altres revisions com la d'Allafi F. et al. (2022) o Rajabinejad, H. et al., (2019) afegixen altres aplicacions com la hidròlisi de la llana per a convertir-la en fertilitzants líquids o la fabricació de pèllets com a fertilitzants, estructurants de sòls i captadors d'humitat.

Com a estudis de més proximitat, destaquen les proves fetes per NEIKER et al., (2019) i SAIOLAN, (2019) al País Basc en què entre altres aplicacions en sectors diversos, destaquen el compostatge, pèllets, llana hidrolitzada i estores enfeltrades per encoixinat en jardineria. A escala local (Mallorca i Menorca), destaquen els treballs de camp i publicacions dels enginyers tècnics agrícoles Sara Lechuga en compostatge de llana i de Raoul Ferrer en encoixinats i substrats per planters.

COMPOSTATGE

El compostatge és un sistema de tractament/estabilització de restes orgàniques, basat en una activitat microbiològica complexa, realitzada en condicions controlades aeròbies i termòfiles (amb oxigen, i temperatura) mitjançant el qual s'obté un producte utilitzable com a esmena o substrat. En resum, és una fermentació de matèria orgànica en presència d'oxigen.

Primer actuen diferents bacteris que van consumint els nutrients dels materials disponibles, generant en aquest procés calor i un humus resultant que és digerit per altres bacteris, fongs i microfauna (insectes, cucs de terra), generant un producte final fertilitzant del sòl.

Com tota resta orgànica, la llana es pot compostar, però la proteïna principal de la llana (queratina) és de baixa biodegradabilitat, i s'han de tenir en compte unes condicions especials per a compostar-la.

En aquesta guia, es descriu un protocol general de compostatge de llana basat en el procés de compostatge de petites piles descrit per Palmero (2010), i complementat amb la informació específica de compost amb llana aportada per Ramón Plana i Joseba Sánchez (curs i prova pilot de compostatge de llana organitzat per Mallorca Rural i executat per Camp Mallorquí) i Sara Lechuga, de Fil de Bosc (Lechuga, S., 2022 i curs i prova pilot de compostatge de llana organitzat pel Grup Leader Menorca).



MATERIAL NECESSARI I LES SEVES CARACTERÍSTIQUES

Utensilis:

Pala, forca, senalles o poals amb capacitat preferiblement d'uns 70 L (anirà bé per calcular proporcions). O tractor amb pala si es vol fer més gran.

Material compostable:

Estructura, estat i composició de les restes orgàniques:



Qualsevol resta orgànica és susceptible de compostatge: fems, restes de collites, fulles, restes de poda, etc.



El torcejat i fragmentació prèvia en facilita el procés, generant major superfície disponible per ser atacada pels microorganismes descomponedors. La mida de partícula ideal és de 2-5 cm. Una mida de **partícula massa petita** provocarà saturació d'aigua, disminuint l'aire disponible necessari per als microorganismes. Una **mida massa gran**, limitarà la capacitat de retenció de calor de la massa alhora que reduirà l'eficiència de l'activitat microbiana.



Es necessita una part que doni l'estructura necessària per permetre un ambient adequat per als microorganismes descomponedors (part “**seca o llenyosa**”), i una part que serveixi de font d'aliment per als microorganismes (part “**fresca o humida**”).

Equilibri Carboni/Nitrogen (C/N). Condicions idònies:

Són els elements principals de la composició de les plantes, i es poden trobar en:



CARBONI: palla, cereals, escorça, branques, estelles de fusta, serradís, cartó, etc. Seria la matèria “seca o llenyosa”. D'aquests, els més gruixats i resistents aporten l'estructura necessària.



NITROGEN: abunda a plantes joves de color verd, herba fresca, lleguminoses, fems d'animals, restes orgàniques domèstiques, etc. Equivaldria a la matèria “fresca o humida”.



EN EL CAS DE LA LLANA: font rica en nitrogen (9,5-10%) i un contingut de carboni del 44%.

La proporció òptima d'aquests elements seria d'entre 25-30 parts de carboni per 1 de nitrogen (25-30/1) i de forma pràctica, es pot aconseguir amb 3 parts de materials secs (carboni), i una part de material fresc (nitrogen).

CONFORMACIÓ DE LA PILA O CARAMULL DE COMPOST

Ubicació:

Lloc preferiblement ombrejat per tal de reduir les necessitats d'aigua, de fàcil accés i amb disponibilitat d'aigua. Espai disponible al costat d'on es muntarà la pila, per poder anar voltejant.

Material compostable:



Recollir i separar en caramulls diferents els materials disponibles segons l'estructura, estat i composició de les restes orgàniques.

- ✗ Materials que aporten carboni i estructura
- ✗ Materials que aporten nitrogen
- ✗ Llana

Dimensions:

Aquest factor juga un paper crucial perquè es puguin assolir les temperatures necessàries per obtenir un bon compost i alhora es compleixi la normativa SANDACH. Per tant, es recomana fer piles d'aproximadament 1,5 m de base per 1-1,5 d'alt, i longitud variable, en forma de trapezi o piràmide esclafada.

Es pot fer la pila tan llarga com es vulgui si es vol processar més llana (també haurem de tenir més restes de poda i fems). En aquest cas, convé mecanitzar el procés amb el tractor amb pala.





Foto 2. Exemple de dimensions pila gran, que requereix mecanització.
Font: APAEMA (2017).

L'altura de la pila anirà condicionada també a la quantitat d'estructurant que s'hi posi (més estructurant = més alt, perquè pot sostenir més matèria sense que el pes de la mescla l'esclafi i impedeixi el necessari pas d'aire). Després, com més fet estigui el

compost, més altura ha de tenir. Per exemple, si inicialment s'han conformat 2 piles, a mesura que se'n redueix el volum, es poden ajuntar aquestes dues piles en 1.

Col·locació del material/proporcions:

S'ha de fer per capes de no més d'un pam de gruix, com un "Sandwich":



1^a CAPA: material estructurant, d'uns 20 cm de gruix.



2^a CAPA: Llana.



3^a CAPA: material orgànic fresc. Per a compostar millor la llana, l'ideal és tenir fems fresc, material que agafi temperatura ràpid.

Successivament, repetir el mateix ordre de capes fins a assolir l'altura desitjada de forma que la darrera capa sigui igual que la primera. Anar regant a mesura que es posa cada capa. Important que tota la llana quedi ben humida. Serà millor regar-la bé el caramull d'on l'anirem agafant, i ja dipositar-la humida a la pila.

Foto 3. Disposició de les 3 primeres capes: estructurant, llana i orgànic fresc. Font: Pròpia (2023).



Tapat:

Amb plàstic negre perforat o mallas anti-arrels/herbes, per tal d'evitar assecat excessiu o excés d'humitat en ploure, protegir de la radiació solar i retenir la calor generada.



Foto 4. Cobertura de la pila amb malla semipermeable. Font: Pròpia (2023).

CONTROL I MANEIG DURANT EL PROCÉS

Durada del procés:



En el cas de la llana, el procés pot durar 3-4 mesos, però depèn molt del tipus de llana, de les accions realitzades durant el procés i dels materials complementaris utilitzats. Si no es fa bé, es pot allargar 6-9 mesos. Així, en el pitjor dels casos, encara bastaria per degradar la llana d'un any abans de la següent tosa en el cas de toses anuals. Al final del procés (temperatura ambient), emmagatzemar en lloc fresc, airejat i protegit de la radiació solar.

Humitat:



Perquè els microorganismes puguin viure correctament, necessiten una humitat del 30-60%, sent l'ideal un 40-50%. Un excés d'humitat embassarà el compost i l'"asfixiarà" i una falta d'aigua n'aturarà la seva activitat.



Per determinar el moment de regar, s'ha d'anar avaluant la humitat, i una forma pràctica és la prova del puny: agafar una grapada de compost i estrènyer. Si ens banya la mà, però no degota aigua entre els dits, la humitat és adequada. En el cas que hi hagi molta poda o altre material

gruixat que no permeti fer aquesta prova, es xaparà una branca per la meitat i per ser correcte, haurà de tenir tot l'interior humit.



Si està massa humit, dessecar escampant els materials i tornant a acaramullar en estar més sec. Si està sec o deshidratat, regar fins que dreni per la base.



Foto 5. Prova del puny en un compost amb humitat correcta. La ma queda humida, però no degota. Font: Pròpia (2024).

Ventilació/voltejat:

Procés en què es mou el contingut de la pila a un costat, de forma que les capes externes del caramull quedin al centre o part interior, i la part que estava més al centre, quedi a la part externa.

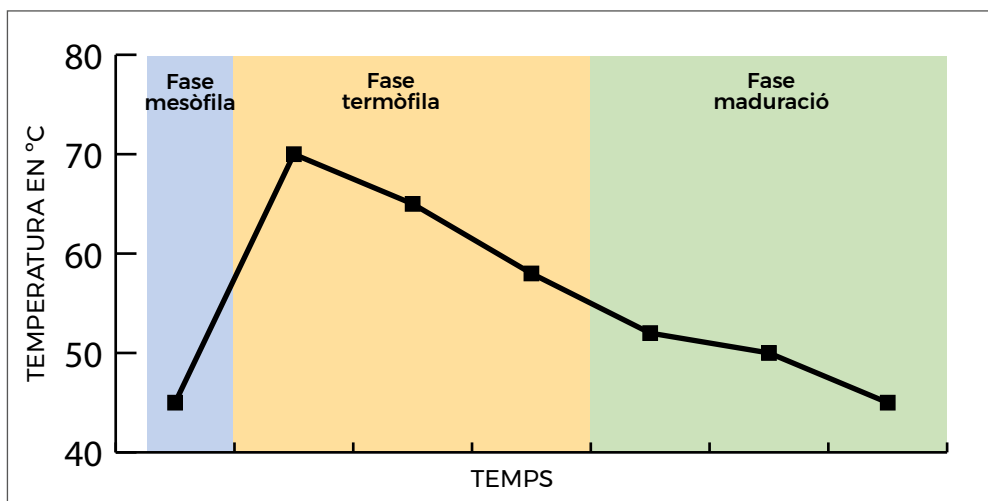


Els bacteris aeròbics necessiten l'oxigen que conté l'aire, com a combustible i com a font d'energia per viure. També s'ha de tenir en compte que amb temperatures altes, l'activitat microbiana és major, per tant, consumeix més oxigen i si no s'aireja, aquest es va gastant i la població microbiana termòfila tan necessària, es redueix. Per això, el volteig serà una eina imprescindible.

De forma general se sol fer 1 pic al mes per activar i airejar el compost. Però en el cas de la llana, serà millor un volteig setmanal, o com a màxim als 10-15 dies. Així, fins que torni a baixar la temperatura. Respecte al primer volteig, en el cas de la llana convé fer el primer volteig més tard que per composts normals, aproximadament als 10-12 dies perquè així baixi un poc el pH i degradi millor la fibra, dur-lo un poc "ofegat".

Temperatura:

Durant el procés fermentatiu i de descomposició de la matèria orgànica, es van succeint colònies bacterianes i la temperatura de la pila va variant. És important destacar que tot i haver d'arribar a 70°C per normativa, s'ha d'evitar sobrepassar aquesta temperatura perquè causaria la mort de molts microorganismes necessaris (el compost es "crema").



Evolució desitjable de la temperatura per a un bon procés:

- 1 Fase mesòfila: de temperatura ambient, a 45°C. Depenent dels materials, pot durar dies, o fins a 3 setmanes.
- 2 Fase termòfila: de 45 a 65-70°C. Entre 1 i 2 mesos
- 3 Fase d'estabilització o maduració: < 45°C, fins a temperatura ambient.

Tot i això, l'evolució de la temperatura pot variar molt segons els materials emprats, el maneig i la temperatura ambiental.

Així, **la temperatura s'ha d'anar controlant**, prenent mostra de temperatura a dalt de la pila, al centre i a baix (termòmetres amb sonda):



Mesurar cada 2-3 dies (estiu) o 3-5 dies (hivern) per veure si arriba als 70°C.

- ✗ Quan la temperatura baixa, a partir de les 2-3 setmanes normalment, s'ha de fer el primer volteig. D'aquesta forma, la temperatura tornarà a pujar durant 10-12 dies més aproximadament per tornar a descendir després.
- ✗ S'aniran fent voltejos periòdics quan es detectin descensos marcats de temperatura per mantenir-lo el màxim de temps possible a temperatures altes, que n'acceleren el procés. Amb 3-4 voltejos (reactivacions), pot ser suficient.
- ✗ Es recomana regar la pila cada vegada que es voltegi.
- ✗ Seguir l'evolució fins a temperatura ambiental constant



ATENCIÓ: Si no arriba a agafar temperatures altes, revisar les proporcions de material aportades (pot ser que faltin materials nitrogenats de fàcil fermentació), o revisar voltejos, altura de la pila i humitat.

PH

Els microorganismes que intervenen en el procés necessiten idealment un pH d'entre 6 i 8, i el compost madur sol tenir un pH de 7,5. Amb pH àcids (menor de 6), el procés es relentitza bastant. De totes maneres en el cas de la llana, pot ser positiu perquè afavoreix que es degradi més fàcilment.

També, la falta d'oxigen, i les consegüents putrefaccions i fermentacions anaeròbies fan descendir el pH.

Micro i macroorganismes compostadors:



Bacteris, llevats, fongs, insectes, cucs, etc. Són essencials per la descomposició de la matèria orgànica però si hi ha massa aigua i massa compactació que redueix l'oxigen disponible, envers de fermentar, es podreix (males olors a causa de la producció de metà, composts amoniacals o sulfurosos produïts per bacteries anaeròbies).



En general, no fa falta preocupar-se d'aprovar microorganismes perquè ja hi són a l'ambient, especialment si s'aporta fems d'animals, tot i que hi ha alguns preparats de microorganismes per compostatge. El que sí s'ha de garantir, és un bon ambient per a que s'hi puguin multiplicar els ja existents: carboni, nitrogen, aire i humitat.



Observar fongs i petits insectes que van colonitzant progressivament la llana des de la segona-tercera setmana. Els actinomicets en el compostatge indiquen que s'està realitzant bé. S'assemblen a fongs (micel·lis blancs).



Foto 6. Llana al dia 10 del procés de compostatge. Proliferació de fongs que la desintegren.
Font: Cedida per S. Lechuga (2022).



Foto 7. Fongs a la llana a dia 55 de l'estudi.
Font: Cedida per S. Lechuga (2022).

POSSIBLES PROBLEMES I SOLUCIONS DURANT EL COMPOSTATGE

- ✗ **COLORACIÓ BLANQUINOSA:** indica que durant el procés de fermentació aquesta part s'ha assecat o deshidratat, propiciant l'aparició de fongs que degraden el compost. **SOLUCIÓ:** regar i si fa falta, refer el caramull per distribuir correctament la humitat.
- ✗ **MASSES COMPACTES:** en la zona central, per pressió excessiva de tota la massa, sobretot si hi ha molt material fresc i aquós. **SOLUCIÓ:** remoure mesclant millor tots els components i desfent els terrossos.
- ✗ **MALA OLOR:** indica excés d'aigua i mala oxigenació. **SOLUCIÓ:** refer la pila o voltejar, afegint materials secs bastos (ex. Palla).
- ✗ **GERMINACIÓ D'HERBES:** indica que no s'han assolit temperatures altes.

RECONÈIXER UN BON COMPOST

- ✗ **OLOR:** agradable, de terra.
- ✗ **TEXTURA:** descompactada, lleugerament granulosa. No ha de ser aferradís, o molt polsegós.
- ✗ **COLOR I ASPECTE:** marró fosc, on difícilment es reconeixin els components originals.
- ✗ **PROVA DE LA MÀ:** en agafar-ne una grapada, no s'hauria de desfer ni degotar.
- ✗ **PROVA BIOLÒGICA:** sembrar en un poc de compost, llavors de germinació ràpida i valorar-ne el bon creixement (rapidesa i homogeneïtat germinació, presència de males herbes, etc).

ASPECTES CLAU PER COMPOSTAR LLANA

Segons l'experiència de la prova pilot realitzada per Mallorca Rural (dades provisionals, amb seguiment fins al dia 90 de procés):



Per aconseguir temperatures adequades és imprescindible aportar a la mescla inicial materials altament fermentables: fems fresc, bioresidus (orgànic urbà...) i restes de collita. I material estructurant.



El manteniment de la humitat és crític per a mantenir activitat biològica adequada constant.



L'altre punt crític és la mida de les piles. Necessaris volums mínims de 5 a 7 m³ mantenint l'estructura de la pila després de voltejar. Això permet una major conservació de la calor generada i redueix les pèrdues de calor per evaporació.

Segons l'experiència de S. Lechuga (2022):



La llana Roja té 30-40 vegades més calci, magnesi i ferro que la de Mallorquina, i 10-15 vegades més potassi i zinc. També a la Roja s'hi detectà sodi i magnesi i a la Mallorquina, no.



En general, el procés compost de diferents llanes i fems, igual que el control, amb temperatures, conductivitat elèctrica, composició de nutrients i pH correctes però amb algunes diferències a tenir en compte:

- ✗ Llana de les dues races + gallinassa assoleix temperatures més altes durant el procés, que amb fems de cavall. La llana amb gallinassa també mostra major estat de degradació.
- ✗ Els composts amb llana Mallorquina i els dos tipus de fems, i el de Roja amb gallinassa tenen una relació de C/N més equilibrada.
- ✗ La Roja amb fems de cavall té massa carboni, sent recomanable disminuir-ne la proporció en la mescla final
- ✗ Els composts amb gallinassa tenen majors quantitats de micro i macronutrients.

En el cas de la llana d'ovella Menorquina, segons la prova pilot en curs, sembla que tarda més a degradar-se que les llanes de races de Mallorca.

BIOINSUM LÍQUID - LLANA HIDROLITZADA

La hidròlisi és un procés que es pot fer amb àcids, bases, enzims i aigua alta temperatura i pressió (hidròlisi verda). Aquests tractaments rompen els enllaços de la queratina de la llana (proteïna complexa) i la converteixen en aminoàcids i components més simples i assimilables per pes plantes, convertint-se en un fertilitzant nitrogenat i bioestimulant vegetal ecològic (Bhavsar, P., 2018).

En aquest estudi també es recullen altres proves que demostren llana hidrolitzada aplicada a cultius de raigràs incrementa la biomassa de la planta degut a l'augment de contingut de la planta en K, Mg i Ca, i un augment en el sòl de N, C i P. Això també provoca millor germinació i un efecte positiu sobre la microbiologia del sòl i actua com a quelant ("captador") de microelements del sòl que necessita la planta (Evangelou, M. W., et al., 2008).

Altres estudis han demostrat resultats similars amb altres cultius, com Vončina, A. i R. Mihelič. (2013), amb un major contingut en $\text{NO}_3\text{-N}$ al sòl, C i P i consegüent major creixement d'un cultiu d'espàrrecs, o Nustorova, M. (2005), que demostren millores en la composició química raigràs, el seu creixement i la microbiologia del sòl en aquest cas amb hidròlisi alcalina de la llana. També, Gusterova et al. (2003) mostra resultats similars amb hidròlisi alcalina, on demostren una major ràtio C/N, que permet una major mineralització de la matèria orgànica del sòl, fent-la més assimilable per les plantes.

En aquesta guia es descriu una tècnica basada en la hidròlisi bàsica o alcalina, ja que és de la que es disposa d'informació pràctica d'experiències realitzades a les Illes. La tècnica més neta sembla ser la d'aigua calenta a alta pressió, però es requereix de maquinària industrial que fa complicada la seva elaboració a camp. Per més informació tècnica de diferents tipus d'hidròlisi de llana es recomana l'estudi de Bhavsar, P., (2018). I pel cas concret d'hidròlisi verda, recomanable consultar Zoccola, M., et al. (2014) sobre el projecte Life+GreenWoolF.



HIDRÒLISI BÀSICA O ALCALINA DE LA LLANA

Tot i haver-hi un tècnic que ha fet assessorament i formacions en aquest tema a les Illes, i on han participat tècnics del grup Leader de Menorca amb qui Mallorca Rural col·labora en el projecte LLARETS, aquest no ha autoritzat que es difonés el seu mètode a través d'aquesta guia. Per tant, la informació que es presenta són recomanacions de pagesos locals que fan aquesta pràctica, junt amb recomanacions publicades i difoses a les xarxes per referents en biopreparats com Hairo Restrepo entre d'altres.

MATERIAL PER A 200 L DE FERTILITZANT CONCENTRAT

-  25 Kg de llana
-  3-3,5 Kg de KOH (hidròxid de potassi o sossa potàssica).
-  150 L d'aigua
-  Bidó de 200 L de capacitat

Equivaldria a 1 kg de llana + 150-250 g de KOH + 5 L d'aigua. Es poden fer preparats de més o menys quantitat segons les necessitats, respectant aquestes proporcions. També hi ha altres fórmules millorades que inclouen sal marina, leonardita i cendra de fusta.

PREPARACIÓ:

-
- ✗ **PROTECCIÓ:** utilització de guants de goma, ulleres de protecció i mascareta per gasos, ja que la reacció que es genera desprèn gasos tòxics i crema (la reacció inicial desprèn molta calor).
-
- ✗ **UBICACIÓ:** preparar-ho en un lloc obert i ventilat per evitar respirar els gasos despresos, i que no molesti al pas, ja que pesarà molt i no es podrà moure després durant les setmanes que dura el procés (entre 1 i 3 depenent de característiques particulars de la llana)
-
- ✗ **MESCLA DE PRODUCTES:** en aquest ordre, dipositar la llana al bidó, abocar el KOH, abocar-hi aigua a poc a poc fins a cobrir la llana (més o manco la meitat de la dosi recomanada). L'aigua que sobri per arribar als 150 L d'aigua de la proporció que volem, es guardarà per dipositar al final del procés i tenir la concentració desitjada. Remenar perquè la sossa quedi dissolta en l'aigua i repartida per tota la llana. Tapar el recipient, però sense que quedi hermètic.
-
- ✗ **SEGUIMENT:** cada dia, idealment dematí i horabaixa, remenar la mescla i tornar a tapar. Al final del procés, que pot durar entre 1-3 setmanes en general, quedarà un sediment que ja no es dissol més (aproximadament 70 % part líquida i 30% sediment sòlid)
-
- ✗ **CONSERVACIÓ:** aquest producte final s'ha de filtrar per separar la part líquida de la sòlida, i deixar guardat en un recipient tancat sense aire, o bé deixar dins el mateix bidó sense remenar, de forma que la part sòlida sedimenti. Pot durar fins a 6 mesos, però com abans es consumeixi, millor. **ALER-TA!** Amb aquesta concentració, el producte continua sent bastant nociu si entra en contacte amb la pell. Utilitzar guants, ulleres protectores i mascareta per a la seva manipulació.
-



**GUANTS DE
GOMA, ULLERES
DE PROTECCIÓ
I MASCARETA
PER GASOS**

1r



25 KG LLANA

2n



3-3,5 KG KOH

3r



150 L AIGUA

4t



REMENAR

5è

TAPAR



BIDÓ 200 L

APLICACIÓ:

Es treballa amb dissolucions d'entre el 0,5 i 3% (de 5 ml preparat per L d'aigua fins a 30 ml de preparat per L d'aigua), segons la finalitat que es cerqui:

X FOLIAR:

- Cultius més delicats o joves: 0,5%
- Hortalissa en general: 1%
- Cereals, farratgeres, pastures: 2%
- Arbres i matolls: 3%
- Aplicacions cada 7, 10, 15 o 30 dies en funció del cultiu, durant la fase de creixement de la planta o quan l'arbre està en brotació, a partir de finals d'hivern.

X REC:

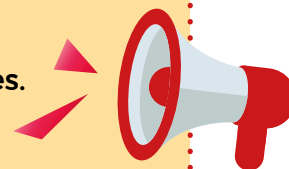
- Per a qualsevol cultiu en general, dissolt a l'1%
- A la terra amb barra o amb un altre equip dirigit cap a baix.
- Aplicació per fertirrigació de 30 a 40 l/ha. Si és possible, repetir aplicació 2-3 vegades durant fase de creixement del cultiu.

El sediment restant es pot emprar per fer compost, o com a tractament contra fongs (armillaria, fitòctora...) semblant al purí d'ortiga.

ATENCIÓ: seguir dosis per no cremar la planta, ja que és molt bàsic. No passar aquests percentatges.

No mesclar-ho amb altres productes.

Es pot aplicar en ecològic. El KOH no està permès, però en el producte final es troba transformat en humat potàssic, que és un àcid húmic, i aquests sí que estan permesos en agricultura ecològica.



EXPERIÈNCIES PRÀCTIQUES A LES ILLES:

A continuació es descriuen dos procediments lleugerament diferents, però basats en el coneixement general exposat en aquesta guia, que poden servir per adaptar a cada cas:



En bidons de 100 L omplerts de llana fins a la meitat i amb aigua que la cobreixi 4 o 5 cm, afegir-hi 100 g de potassa. Anar fent filtrats successius i als 7-20 dies depenent de les característiques de la llana el procés arriba al seu màxim, quedant un sediment d'aproximadament el 30%, que també utilitza com a fertilitzant diluït al 50% amb aigua. El producte resultant l'aplica per goteig afegint 4 litres de fertilitzant en un depòsit de 200 L.



En aquest cas utilitza proporcions inicials majors de KOH (15 kg de KOH per llana de 30 animals), però en tenir el producte dissolt, hi afegeix un altre pic la mateixa quantitat de llana sense tornar a afegir KOH, aconseguint dissoldre tota la llana en un barril, i obtenint un fertilitzant més concentrat (la dissolució per aplicació haurà de ser major).

Respecte a l'aplicació, els 2 destaquen que la terra ha d'estar humida per a una correcta absorció del producte. Aplicant després de plogudes, o uns minuts més tard després d'iniciar el rec amb aigua clara.



Foto 8. Sistema casolà d'A. Rueda per fer fertilitzant líquid de llana. Font: Pròpia (2022).



Foto 9. Decantació de sediments durant el procés de digestió. Font: Pròpia (2022).



JAC/LLIT PER ANIMALS

Si es disposa d'instal·lacions per allotjar el bestiar (corral, sestador...), una altra pràctica interessant és la incorporació de la llana com a jac, que proporciona un sòl còmode pels animals alhora que es va degradant i posteriorment es pot aprofitar com a compost. En aquest cas, es comparteix l'experiència d'un ramader del País Basc conegut en un viatge formatiu sobre aprofitaments de la llana organitzat per Mallorca Rural el 2023.



La llana s'escampa de forma homogènia al terra de l'estable, damunt una capa prima de fems i palla.



Es tapa amb una capa prima de palla i posteriorment es va afegint palla a sobre a mesura que el llit s'embruta de fems i orina dels animals.



En 2 mesos aproximadament de tenir la llana al llit i anar ficant capes, la llana queda bastant desintegrada.



Retirar el material del terra per tornar a posar jac nou, i deixar el caramull de fems, palla i llana uns mesos més a l'exterior, perquè acabi de madurar el compost format.



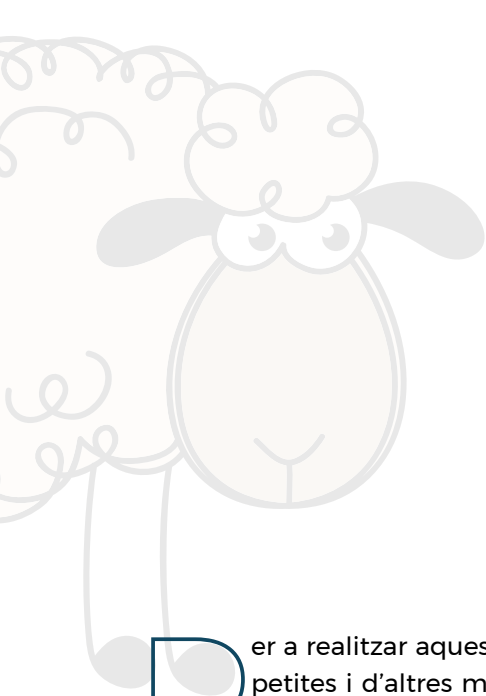
En tenir la llana desintegrada, aplicar com qualsevol altre compost.



Foto 10. Sistema de llit calent amb llana i palla.
Font: cedida per Iñaki Oraa (2023).

Foto 11. Fase de maduració en exterior
del llit calent amb llana i palla. Font:
cedida per Iñaki Oraa (2023).





PÈL·LETS DE LLANA: FERTILITZANTS I PRESERVADORS D'HUMITAT



Per a realitzar aquesta pràctica, es necessita una màquina pèl·letitzadora. N'hi ha de mides més petites i d'altres més industrials. Tot i que no sembli viable la inversió per fer-ne autoconsum, potser seria interessant tenir-la com a maquinària compartida en associacions o cooperatives, ja que és relativament fàcil de fer, natural i amb molts beneficis per a diversos cultius. Per això, es descriu aquí aquest tipus aprofitament.

Aquest producte ja ha sigut àmpliament estudiat com a fertilitzant i condicionador del sòl (Maria i Pacurar, 2015, NEIKER et al., 2019, Ordiales, E. et al., 2017) i diverses empreses ja el comercialitzen:

Segons la informació recuperada de Wild Valley Farms(s.d), aquest material a base de llana crua, es biodegrada en 6 mesos. Conté macro i micronutrients que milloren la salut del sòl i retenen aigua ajudant a regular la humitat del sòl, disminuint l'escorrentia de nutrients i reduint el consum d'aigua. A més diuen, té propietats antimicrobianes protectores per la planta. També regula la temperatura i augmenta la porositat del sòl creant un ambient ric en oxigen.

Gardener's Supply company (s.d), distribuïdors del producte d'Itax "Slug Gone wool pèl·lets" afegeix que suposen una manera de controlar els llimacs i caragols. La humitat fa que els pèl·lets s'inflin formant una capa rugosa irritant per aquests animals.

Finalment, destacar que a Extremadura ja se'n van fabricar i comercialitzar sota la marca "Plan Lana Extremadura" (Plan Lana, s.d.) tot i que els feren tancar (al manco temporalment) per discutibles requisits municipals relacionats amb la gestió de SANDACH. Aquest fertilitzant d'alliberació lenta tenia una ràtio NPK de 9-1-2 i la composició obtinguda era de:

✗ carboni orgànic (C): 36,6%- nitrogen total (N): 9,4%

✗ ràtio C/N: 3,9

✗ potassi (K₂O): 5,3%

✗ fòsfor (P₂O₅): 0,4%

✗ cendra: 25%

✗ matèria orgànica total: 75%

✗ humitat: 0%

✗ pH: 10,1

Actualment una altra empresa espanyola que en comercialitza és dLana.



Foto 12. Pèllets de llana
crua del projecte Lanaland.
Font: Neiker (2019).



ENCOIXINAT PER ALS ARBRES I HORTA

Aquesta tècnica és una molt bona alternativa d'aprofitament de la llana, ja que no necessita cap tractament previ i:



Millora la termoregulació del sòl (temperatures del sòl més suaus tant a l'estiu com a l'hivern).



Conserva la humitat.



Dificulta el creixement de plantes adventícies.



Repel microfauna terrestre que pot atacar els cultius.



Protegeix dels cops la fruita madura (arbres).



Actua com a fertilitzant d'alliberació lenta a mesura que es va desintegrant.

Hi ha experiències tant en arbres com en horta.

Arbres:

En el cas d'arbres joves, es recomana fer una garangola d'1 metre de radi mínim, i anar ampliant el diàmetre a mesura que l'arbre creix. S'ha de preveure que les arrels s'estenen més o menys en la mateixa amplada que ocupa la copa de l'arbre i una bona garangola haurà de tenir aquestes dimensions. És important donar-li un lleuger rost cap al tronc, de forma que l'aigua no es perdi per escorrentia més enllà de les arrels.

La llana s'ha de dipositar al voltant de l'arbre i ocupant tota la garangola, amb un gruix de 5-8 cm (pot ser el gruix d'un vell de llana estirat).

Horta:

La llana es diposita substituint la funció que podria fer un plàstic o un biofilm, però en aquest cas, retén molt més la humitat, regula la temperatura, és natural i es converteix en fertilitzant d'alliberació lenta.

Algunes experiències com la descrita per l'enginyer tècnic agrícola Raoul Ferrer a la revista Agroecología (Ae, 2023, ed. 52) demostren un important estalvi d'aigua (passant 2-3 mesos de l'hivern sense regar, recs mensuals per primavera i recs setmanals a l'estiu) i descens de fins a 10°C de temperatura del sòl respecte a la temperatura del sòl nu a l'estiu.



Foto 13. Encoixinat als tarongers en una finca ecològica. Font: Cedida per F. Sans (2022).



Foto 14. Encoixinat de llana en hortalissa. Font: Raoul Ferrer (2024).

IMPORTANT: tant per arbres com per horta, igual que amb altres cobertes, el rec ha d'anar per davall la llana (cinta de rec per goteig o similars). Així arriba tota l'aigua al sòl i s'eviten pèrdues per evaporació, alhora que la goma es protegeix de la radiació solar, allargant la vida útil del material.



Si és en secà, aquesta tècnica és encara de major interès perquè la **llana pot captar fins a un 30% del seu pes en aigua i després anar-la alliberant lentament** (S.C. Sharma, 2019). Això és una gran eina per aprofitar millor la humitat ambiental de les boires i rosades, en un context en què cada vegada es-casseja més la pluja i se n'ha de fer un aprofitament més eficient.



Foto 15. Temperatura del sòl nu. Font: Raoul Ferrer (2024).



Foto 16. Temperatura del sòl cobert amb palla. Font: Raoul Ferrer (2024).



Foto 17. Temperatura del sòl cobert amb llana. Font: Raoul Ferrer (2024).

PROTECTORS CONTRA PLAGUES TERRESTRES

A part de la protecció contra plagues que ofereix l'encoixinat, hi ha altres experiències basades en el coneixement popular sobre l'ús de la llana com a repellant. Un exemple podria ser la prevenció del caragolí o d'escarabats com el *Capnodis tenebrionis*. Es posa un floc de llana ben estret a la base i a mitjana altura del tronc de forma que formigues, caragols i escarabats que no volin i que accedeixen a les fulles pel tronc, hi quedin enganxats i no puguin passar. A part de l'efecte físic de barrera de l'estructura de la llana, en millora l'efecte el greix de la llana crua (lanolina). Això s'ha de tenir en compte, ja que després d'estar exposada a la pluja un temps, es va perdent aquest greix i l'efecte protector és menor.



Foto 18. Floc de llana per prevenir la pujada de caragols. Font: Cedida per B. Estelrich (2022).

SUBSTRAT PER PLANTERS

Aquesta tècnica consisteix a substituir o complementar els substrats convencionals per llana, que aporta l'estructura necessària, humitat i nutrients. Hi ha diverses experiències, com la descrita per Górecki i Górecki, 2010, en què estudiaren el creixement i rendiment de tomàtigueres, pebre verd i albergínia amb substrat de torba i amb substrat de llana. Obtingueren un 33% més de rendiment de les plantes, a més de canvis en el contingut de nutrients del substrat i de les fulles. Les plantes eren més altes, tenien més pes i les fulles eren més verdes. També es va detectar una tendència a allargar el període vegetatiu i a retardar-ne l'envelliment així com tendència a fer més fruit.

En aquest cas, llana prèviament rentada (remull en aigua 15 dies, i assecada) i dipositada a l'alvèol del planter, entre dues capes de torba.

Substrat de llana per a planters de lletuga.
Font: Miserendino, E. i Antimán Cout, C. (2018)



També Miserendino, E. i Antimán Cout, C., (2018) realitzaren proves per mesurar la resposta de planters de lletuga aplicant dos tractaments: llana d'ovella prerentada i llana sense rentar. En el primer cas s'obtingué una germinació del 100% mentre que en el segon només fou del 20%. En les anàlisis realitzades es comprovà que la conductivitat elèctrica de la matèria prima era molt elevada (11 dS/m), fent convenient el pre-rentat amb aigua tèbia. En aquest cas, provaren la llana sola o llana mesclada amb altres substrats, i els resultats foren millors només amb llana.

Segons l'experiència del tècnic Raoul Ferrer, que ha fet planters mesclant terra i llana crua, la llana aporta beneficis similars a l'encoixinat respecte a termoregulació, conservació d'humitat i aportació de nutrients, alhora que serveix d'amortidor de l'estrès de la planta en el moment de trasplantar-la. També ha observat que llavors més grans germinen millor, però encara fa falta analitzar molts més factors per determinar el millor mètode, o adaptar modalitats diferents segons el tipus de cultiu i les condicions ambientals de la zona.

BASE D'ENTERRAMENT DE RESIDUS ANIMALS

D'acord amb la Resolució del conseller d'Agricultura, Pesca i Medi natural per la qual es modifica i es prorroga la vigència de la Resolució de 6 de juny de 2014, per la qual es va establir zona remota tot el territori de les Illes Balears; està permesa la utilització de la llana per a l'enterrament de determinats SANDACH: cadàvers d'animals de granja, salvatges, i d'abelles, i subproductes de l'apicultura. Aquests es podran enterrar sempre que es compleixin els requeriments d'higiene específics (annex IV) i generals (annex V), les obligacions dels titulars (annex VI), i a més :

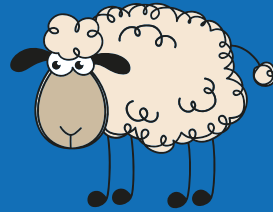


no es trobin en zones d'alta vulnerabilitat als aqüífers- en els quals no es permetrà l'enterrament i es consideren en la normativa com a zones vermelles.



no es superin els límits màxims establerts en l'annex VII. En aquest aspecte, la quantitat d'UBG (unitats de boví major) que es podran enterrar en cada zona, - que de més a menys restrictiva serà la següent: zona taronja, groga i verda- dependrà grau de vulnerabilitat als nitrats d'origen agrari.

En concret, l'annex V de la resolució, que descriu les condicions específiques d'higiene d'aplicació a les fosses d'enterrament dels SANDACH esmentats, estableix, entre d'altres, que sobre la capa inferior, han de disposar d'un element ric en fibra vegetal, i anomena entre d'altres, la possibilitat d'usar llana, per tal de facilitar la descomposició orgànica dels cadàvers.



Referències



- Allafi F. et al., (2022). *Advancements in Applications of Natural Wool Fiber: Review*. Journal of Natural Fibers.
- Bhavsar, P., (2018). *Studies in Green Hydrolysis of Waste Wool*. POLITECNICO DI TORINO. Repository ISTITUZIONALE.
- Broda, J., et al., (2017). *Application of wool geotextiles for the protection of steep slopes*. 3rd International Conference on Natural Fibers: Advanced Materials for a Greener World, ICNF 2017, 21-23 June 2017, Braga, Portugal.
- CAIB (2013). *Resolució del conseller d'Agricultura, Pesca i Medi Natural per la qual es modifica i es prorroga la vigència de la Resolució de 6 de juny de 2014, per la qual es va establir zona remota tot el territori de les Illes Balears*. BOIB Núm. 176. 30 de desembre de 2023. Fascicle 321 - Sec. III. - Pàg. 64186.
- Evangelou, M. W. et al., (2008). *Hydrolysed wool: A novel chelating agent for metal chelate-assisted phytoextraction from soil*. Chemosphere 72 (4):525-31. doi:10.1016/j.chemosphere.2008.03.063.
- Ferrer, R. (2023). *La lana: de ser un residuo a una solución contra la sequía*. Ae, Revista Agroecológica de Divulgación. Edición 52. <https://revista-ae.es/la-lana-de-ser-un-residuo-a-una-solucion-contra-la-sequia/>
- Gardener's Supply company (s.d). Slug Gone Wool Pellets. Recuperat de: <https://www.gardeners.com/buy/wool-slug-pellets/8594279.html>
- Górecki R.S., Górecki M.T., (2010). *Utilization of waste wool as substrate amendment in pot cultivation of tomato, sweet pepper, and eggplant*. Polish Journal of Environmental Studies, 19, 1083-1087.
- Gousterova, A., et al., (2003). *Alkaline hydrolysate of waste sheep wool aimed as fertilizer*. Biotechnology and Biotechnological Equipment 17, 140-145.
- Lechuga, S. (2022). *Compostaje de lana de oveja mallorquina. Soluciones agroecológicas contra el desperdicio de recursos*. Treball final de màster.
- MANLANCU, A.M., STEFANIC, G., CIONTU, C. (2019). *Biodegradation of Wool Waste: Theory and*

practical aspects. Scientific Papers. Series A. Agronomy, LXII:1. 69-74.

Maria, A., and I. Păcurar. (2015). *Study on the use sheep wool, in soil and fertiloization as the mixture into cubes nutrients*. Journal of Documentation, Research and Professional Training. Vol. 8, No.22, June 2015, p. 290.

Miserendino, E. I Antimán Cotut, C., (2018). *Innovación: utilización de la lana de oveja como sustrato para la producción hortícola*. Recuperat de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_eeaf_esquel_innovacion_utilizacion_de_lana_de_oveja_como_sustrato_para_la_produccion_de_plantines_022018.pdf

NEIKER et al. (2019). *Lanaland. Cooperación tecnológica para usos alternativos de la lana*. Substitución de materiales plásticos y otros contaminantes. <https://www.lanaland.eu/es/>

Nustorova, M. (2006). *Chemical, microbiological and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste*. World Journal of Microbiology & Biotechnology (2006) 22: 383-390.

Ordiales, E. et al., (2016). *Assessment of utilization of sheep wool pellets as organic fertilizer and soil amendment in processing tomato and broccoli*. Modern Agricultural Science

and Technology. December 2016, Volume 2, No. 2, pp. 20-35.

PALMERO PALMERO, R., (2010). *Elaboracion de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife. Tenerife



Plan Lana (s.d.). Wool pellets-more than a fertilizer. Recuperat de: <https://www.planlana.com/about> (consultat el 20 d'octubre de 2022).

Rajabinejad , H. et al., (2018). *Current approaches for raw wool waste management and unconventional valorization: a review*. Environmental Engineering and Management Journal. DOI: 10.30638/eemj.2019.136



SAIOLAN (2019). *Proyecto GIART. Impulsando la economía circular en el sector ovino de Cupúzcona. Producción de lana latxa*. Gipuzkoako Foru Aldundia.

Sharma, S.C., Sahoo, A. (2019) *Potential Use of Waste Wool in Agriculture: An*

Overview. The Indian Journal of Small Ruminants, 25 :1.1- 12.

Vončina, A., and R. Mihelič. 2013. *Sheep wool and leather waste as fertilizers in organic production of asparagus (Asparagus officinalis L.)*. Acta Agriculturae Slovenica 101 (2):191-200. doi:10.2478/acas-2013-0015.

Zoccola, M., et al. (2014). *Green hydrolysis conversion of wool wastes into organic nitrogen-fertilisers*. In 2nd international conference on sustainable solid waste management (pp. 1-11)

Zheljazkov, V.D. (2005). *Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source*. Journal of Environmental Quality. 34. 2310-2317.

Wild Valley Farms (s.d). Recuperat de: <https://www.wildvalleyfarms.com/why-wool.html> (consultat el 2 de novembre de 2022).



**Conselleria d'Agricultura,
Pesca i Medi Natural**
Direcció General d'Agricultura,
Ramaderia i Desenvolupament Rural



**Consell de
Mallorca**



MIXT
Paper procedent de
fontes responsables
FSC® C105679