



Transformació de residus en adob

PETITA INVESTIGACIÓ SOBRE EL COMPOST

Dossier informatiu 1997





INDEX

- **Presentació** 4
- **Introducció** 5
- **Orientacions** 6
- **Instruccions** 9
 - 1a part: Preparació 9
 - 2a part: Control del procés 10
 - 3a part: Evolució de les propietats del compost 11
- **Resultats i conclusions** 15
 - Full de resultats de l'evolució del compost 15
 - Exposició dels resultats 16
 - Conclusions 20
- **Informació sobre el reciclatge de la matèria orgànica** 22
 - Les restes de menjar es poden reciclar 22
 - La matèria orgànica als residus urbans, agrícoles i industrials 22
 - El reciclatge de la matèria orgànica als sistemes naturals 24
 - Naturalesa de la matèria orgànica 25
 - L'acció dels microorganismes 26
 - La degradació de la matèria orgànica 27
 - La reestructuració: formació de l'humus 29





- Des del femer a les plantes de compostatge de Catalunya i a la UE29
- Bones condicions per a un bon compostatge 30
- Evolució dels paràmetres fisicoquímics. Propietats del producte final32
- El compost com a esmena agrícola. Recuperació de sòls. Avantatges i
problemes 33
- Finalment, podem dir què és el compost 34
- Com és i com funciona una planta de compostatge 35
- **Com podem col·laborar 38**





Presentació

Des de l'any 1993, estem implantant progressivament a Catalunya un nou model de gestió dels residus d'origen urbà basat en la seva *minimització* - reducció tant en quantitat com en perillositat- i en la seva *valorització* -aprofitament-.

Un dels elements claus en la posada en marxa d'aquest nou model és aconseguir que la recollida selectiva de la matèria orgànica i la seva transformació en *compost* -adob- sigui una realitat. Aquest procés es basa en tres pilars bàsics:

- Disposar de la infraestructura necessària que permeti la seva recollida separada i el seu tractament; bàsicament, cal posar al carrer contenidors especials per a la matèria orgànica i construir plantes de compostatge on aquest residu, que fins ara omplia els abocadors, es pugui transformar en compost.
- Separar en origen del residu (llars i grans productors -mercats, escoles, hostaleria...-).
- Crear un mercat per al compost.

Cal, per tant, informar els ciutadans perquè coneguin aquest nou sistema, el paper rellevant que hi tenen i el progrés ambiental que comporta. Amb aquest objectiu i considerant que mai l'entorn educatiu no ha de ser un entorn diferent i aïllat de la societat on es troba, hem volgut posar a l'abast de les escoles, i d'altres entitats interessades, un taller educatiu que permeti fer compost a l'aula, investigar com té lloc aquesta transformació i reflexionar sobre aquest nou model de gestió.

Aquest dossier que teniu a les mans és, però, una primera edició que esperem, en properes edicions, enriquir amb les vostres aportacions.

Pere Torres Grau

Director general de Programació i
Educació ambiental





Introducció

Els residus domèstics, i també els agrícoles i de jardineria, poden deixar de ser un problema si es transformen en compost. Es tracta d'un material ric en humus, semblant a la terra negra del bosc, solt i porós, i que reté la humitat. És molt adequat per ser barrejat amb la terra a fi de millorar les seves propietats.

Aquest ús de les deixalles és molt beneficiós per al medi, ja que es tracta d'una transformació natural en què intervenen milers de microorganismes i que, a més de donar un destí als residus, ens proporciona un adob.

Fa uns anys, a totes les cases de camp hi havia un femer on anaven a parar les restes de menjar i de la comuna, i s'hi anaven transformant lentament. Ara que la major part de la població viu en grans ciutats, aquest procés s'ha hagut d'adaptar. La transformació de les deixalles en compost, el compostatge, es du a terme en plantes especialitzades on es tracten una gran part dels residus que produïm a les nostres cases, a les explotacions agrícoles i a algunes indústries i establiments comercials.

La reproducció del procés de compostatge, a petita escala i en condicions casolanes, és l'única manera de conèixer de prop aquesta transformació, complexa però natural. Per dur-la a terme, us facilitem un *kit* amb les instruccions i el material necessaris.

El *kit* que es presenta es pot fer servir a casa o a les escoles i altres centres culturals. Usant-lo, ens sorprendrà veure com les escombreries es van transformant en *terra negra*. També podrem investigar quines són les millors condicions per obtenir el millor resultat.

El compost resultant es pot aplicar com a substrat o esmena per millorar les qualitats de la terra de les torretes.

Amb aquesta activitat, en què transformarem uns 2 kg de deixalles en, aproximadament, 1,2 kg de compost, coneixerem quins dels nostres residus podem transformar en compost, i constatarem que en produïm força. Coneixerem la manera de transformar-los i investigarem les condicions que afavoreixen la descomposició i la formació del producte final, el compost.





Orientacions

Per a què serveix el *kit* de compostatge?

L'objectiu de l'activitat de compostatge és conèixer-ne el procés i comprovar com evolucionen les deixalles fins que es transformen en terra bona: esponjosa, humida, fosca i granulosa.

També podrem dur a terme una investigació científica i estudiar experimentalment els efectes de les variables que hi intervenen: aeració, temperatura, composició de les deixalles, manteniment de la humitat, addició d'humus, etc.

Qui pot usar aquest *kit*?

Qualsevol persona que estigui interessada a conèixer aquesta transformació pot fer compost amb aquest *kit*, ja que no es necessita cap formació prèvia. Això sí, cal seguir les instruccions.

L'estudi del procés, i la determinació de les propietats, és una petita investigació científica, i requereix més dedicació; tanmateix, n'hi ha prou amb uns coneixements bàsics d'aritmètica i una mica d'habilitat.

La informació escrita és adequada per a l'Ensenyament Secundari Obligatori i es pot adaptar per a l'ensenyament primari. Correspon al mestre seleccionar els continguts per a aquest nivell.

Com aprendrem?

La preparació casolana del compost és la reproducció, en petita quantitat, del que es fa a la planta de compostatge. En trobar-nos enfront del procés de forma real, ens farem preguntes, resoldrem els problemes reals i obtindrem resultats; trobarem les explicacions en els fulls informatius per interpretar-los. En fi, aprendrem la ciència i la tecnologia del compost, fent d'investigadors.

Què aprendrem?

- **Coneixerem la tecnologia del compostatge:** sabrem quins residus són compostables,





com s'han de tractar, com s'han d'airejar i mantenir humits, i quan podem pensar que el procés s'ha acabat

- **Controlarem un procés natural:** el compostatge és un tractament dels residus semblant al de la naturalesa, ja que es tornen a incorporar al seu cicle natural. En aquest procés, hi intervenen milers de microorganismes, que els transformen amb el seu metabolisme.
- **Aplicarem tècniques:** per determinar les propietats del compost com ho fan els tècnics. Trobarem que les qualitats del producte final són molt semblants a les de la terra fèrtil.
- **Investigarem:** prepararem un experiment, organitzarem els estris i la feina, controlarem el procés, recollirem els resultats i extreurem les conclusions.
- **Reflexionarem sobre els resultats i els valorarem:** el que nosaltres fem amb els nostres residus determina en què es transformaran, i el destí que donem als nostres residus intervé en la qualitat del medi.

Quant de temps hi dedicarem?

- Informació: una hora.
- Preparació de l'experiment: 30 minuts.
- Recull dels residus: començarem dos dies abans, si cal.
- Preparació dels residus: 30 minuts.
- Determinació de les propietats: es comencen a recollir resultats des del dia de preparació. La primera setmana cada dos dies, després cada quinze dies, durant uns dos mesos.

Què conté el *kit*?

- Instruccions: un text amb la guia per realitzar l'activitat.
- Informació: un text amb els coneixements bàsics sobre el compost i el procés de compostatge, així com les qualitats del producte final.
- Capsa: conté pràcticament la totalitat del material necessari per dur a terme l'experiment.



Material

- capsa de poliestirè expandit
- safata
- carta de colors
- termòmetre
- vas (de vidre)
- probeta de 150 cc
- ampolla de PVC de 250 cc
- corró
- sedàs de 2 mm de malla
- paper indicador universal

A més d'aquest material, caldrà preparar per fer aquesta petita investigació del procés de compostatge, el material següent:

- 4 pedretes
- tisores
- terra de bosc, serradures, terra no fèril
- regle graduat
- balança
- paper de diari
- bosses de plàstic
- ganivet



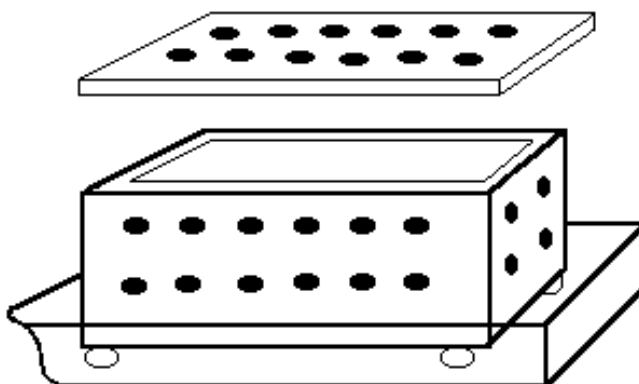
Instruccions

El compost s'obté d'una part de les escombraries: de les restes de vegetals i d'altres menjars. Aquests residus, si es mantenen humits i s'airegen, es transformen lentament per l'acció dels microorganismes. El producte final que s'obté és molt semblant a la part més fosca del sòl, l'humus, i s'usa, barrejat amb la terra, per millorar les seves propietats per al conreu i per a la jardineria.

En aquesta activitat, experimentaràs una tècnica per obtenir compost a partir d'una part de les nostres deixalles: les restes de vegetals. Comprovaràs com evolucionen les deixalles, des que són trocets de fruites i verdures fins que arriben a tenir l'aspecte i l'olor de la terra del bosc.

1a part: Preparació

1. Recull un grapatet de la part més fosca de la terra del bosc o un grapat de compost ja elaborat i guarda'l en una bosseta de plàstic. Omple una altra bosseta de plàstic amb un altre tipus de terra.
2. Organitza una campanya per recollir una bossa plena de restes vegetals com per exemple pells de fruita, fulles d'enciam i troncs de bledes, restes de plantes...
3. Talla finament tots els vegetals amb un ganivet, sobre una fusta.
4. Forada la capsa de *porexpan*, pels costats, per la tapa i pel fons. Col·loca-la sobre les pedres, damunt d'una safata.





5. Col·loca les restes d'escombraries triturades dins la capsa i barreja-les amb la terra fosca i l'altra terra. Hi pots afegir un parell de grapats de serradures.
6. Introdueix un termòmetre per un dels forats de la tapa. El bulb ha de quedar cobert per les escombraries.
7. Col·loca una etiqueta a la tapa en què faràs constar la data, el teu nom i el tipus de restes que hi has col·locat.

A partir d'aquest moment, els microorganismes actuen fins a transformar les deixalles en compost.

2a part: Control del procés

Les restes que has col·locat a la capsa es comencen a transformar immediatament:

En poques hores, s'enfosqueixen i canvien d'olor.

En pocs dies, desprenen un líquid fosc, deixen de fer olor de verdures i desprenen una olor de fems intensa; s'hi observen larves i insectes.

En uns dos mesos, es converteixen en compost, un producte molt més estable; té l'aspecte d'una terra negra, granulosa i humida.

El contingut de la capsa no serà compost fins al final del procés; en aquest temps, has de controlar que les condicions siguin bones:

- Les restes d'escombraries han de ser **tallades a trocets**; així, els microorganismes hi penetren amb més facilitat i actuen més ràpidament.
- Els microorganismes necessiten oxigen per respirar; per això **cal remenar i airejar** els residus per mantenir-los esponjosos.
- Passats uns dies, una gran part de l'aigua que contenen els residus s'allibera, i en queden molt amarats. **Destapa'ls** perquè s'assequin una mica i així evitar que els microorganismes *s'ofeguin*. Les serradures i la terra que hi has afegit eviten que els residus es tornin massa pastosos.



- Si més endavant s'assequen massa, **ruixa'ls amb aigua**. El contingut s'ha de mantenir humit com una esponja escorreguda.

3a part: Evolució de les propietats del compost

Si s'obté un compost de bona qualitat, millora la qualitat de la terra. Per saber si evoluciona correctament, en determinaràs les propietats. Durant la primera setmana, cada dos dies, i després cada quinze dies. Passats uns dos mesos, observaràs que es manté estable. Comença avui mateix i omple la primera columna del full de resultats.

- **Color:** usa la carta de colors per determinar a quin s'assembla més. Apunta el número corresponent.
- **Olor:** identifica quina olor et recorda: de fruites, d'amoniac, de fems, de terra de bosc...
- **Lixiviats:** observa si s'escola un líquid fosc que cau sobre la safata.
- **Temperatura:** abans d'obrir la capsa, si és possible, observa quina temperatura marca el termòmetre. Si no el pots llegir sense treure'l, fes-ho immediatament.
- **Alçada de la pila:** mesura l'alçada de la pila amb el regle graduat.
- **Porositat:** transcorreguts dos o tres dies d'haver-se iniciat el procés, el material pot ser que estigui tan amarat d'aigua que no sigui porós; fes-ho constar en els resultats. La porositat indica el % d'aire i d'altres gasos que conté el substrat. Per conèixer-la, omplirem els porus d'aigua i calcularem el seu volum.





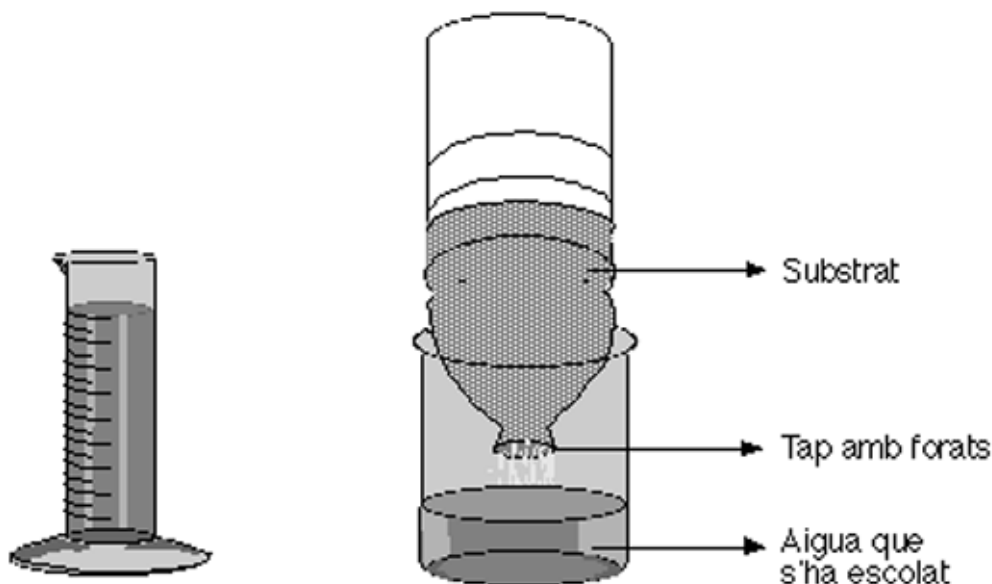
- *Volum del vas.* Omple la probeta amb aigua fins al nivell més alt que marca i aboca aigua en el vas fins a omplir-lo. L'aigua que hi cap t'indica el seu volum.
- *Volum dels porus.* Omple el vas amb el substrat, sense pressionar-lo. Torna a omplir la probeta amb aigua i aboca-la sobre el substrat fins a cobrir-lo. L'aigua que hi ha cabut és perquè ha omplert els porus.
- Calcula la porositat en %:
$$\text{Porositat} = \frac{\text{volum dels porus}}{\text{volum del vas}} \times 100$$
- Retorna el material a la capsa; continuarà evolucionant.
- **Densitat aparent (optativa):** la densitat aparent és la del substrat i inclou els porus.
 - Pesa el vas buit i apunta'n el resultat.
 - Omple el vas amb el substrat, sense pressionar-lo, pesa'l i apunta'n el resultat.
 - Calcula la densitat aparent del substrat:

$$d_{ap} \text{ en g/cc} = \frac{\text{massa del vas amb el substrate en g} - \text{massa del vas en g}}{\text{volum del vas en cc}}$$
 - Retorna el material a la capsa; continuarà evolucionant.
- **Capacitat de retenció d'aigua:** els primers dies el material està molt amarat i no podràs determinar aquesta propietat fins més endavant.

Una de les qualitats del compost és la capacitat de retenir aigua, com si fos una esponja. Per conèixer-la, s'hi afegeix una quantitat excessiva d'aigua i es mesura la que s'escola; la diferència és la que queda retinguda.

- Talla una ampolleta de plàstic per la meitat i fes-hi forats en el tap, amb la punta d'unes tisores. Col·loca l'ampolla damunt d'un vas i fica-hi 100 gr de substrat (pots pesar-ho dins la mateixa ampolla però llavors recorda de restar el seu pes).
- Omple la probeta amb aigua fins al nivell més alt i vessa-la sobre el substrat. Deixa escoliar l'aigua pels forats i recull-la en el vas. Mesura, amb la probeta, la quantitat d'aigua que s'ha escolat fins que comença a degotar lentament.





- Calcula l'aigua retinguda: aigua que has abocat en cc - aigua que s'ha escolat en cc. Aquest resultat és la capacitat de retenció d'aigua per 100 g de substrat.
- Retorna el material a la capsa; continuarà evolucionant.
- **% d'humitat:** les deixalles contenen fins a un 85% d'aigua. En el procés de compostatge se'n perd aproximadament la meitat i la humitat del producte final és del 40%.
 - Pesa uns fulls de paper de diari i afegeix-hi uns 200 g de substrat; recorda de restar la massa del paper.
 - Deixa assecar el substrat a l'aire tres o quatre dies, fins que tingui una massa constant.
 - Calcula el % d'humitat: $\frac{200g - \text{massa de substrat sec en g}}{200g} \times 100$
 - Abans de retornar el material a la capsa perquè continui evolucionant, utilitza'l per calcular la mida de les partícules.

- **Mida de les partícules al substrat sec:** la mida de les partícules de les deixalles trinxades va disminuint a mida que es degraden. Finalment, el compost és un material granulós i les seves partícules són de mides semblants. En passar el compost per un sedàs, sabrem quina és la proporció de partícules petites.

- Escampa el substrat sec sobre el paper de diari i disgrega les seves partícules amb el corró, durant 5 minuts. Pesa el substrat disgregat.
- Passa el substrat pel sedàs de 2 mm. Les partícules de diàmetre superior a 2 mm hi queden retingudes; pesa-les. Recull les que passen sobre un paper de diari; pesa-les, també.
- Calcula la distribució de la mida de les partícules:

% de substrat de partícules de diàmetre més gran de 2 mm:

$$\frac{\text{massa de partícules retingudes en el sedàs}}{\text{massa de substrat}} \times 100$$

% de substrat de partícules de diàmetre més petit de 2 mm:

$$\frac{\text{massa de partícules retingudes en el sedàs}}{\text{massa de substrat}} \times 100$$

Nota: el resultat suma 100? quines creus que en poden ser les causes?

- **pH:** el pH del substrat varia en el transcurs del procés de compostatge. El producte final, ric en humus, és feblement àcid.
- Omple un vaset amb substrat i afegeix-hi aigua fins a cobrir-lo. Espera tres minuts i usa un indicador per determinar el pH del líquid. És el que assignarem al substrat.



Resultats i conclusions

Recull els teus resultats en el següent full de resultats:

Data									
Color									
Olor									
Alçada pila									
Lixiviats									
Temperatura									
Porositat									
Densitat									
Retenció aigua									
pH									
% humitat									
Partícules>2mm									
Partícules<2mm									
Observacions									

(Per treballar millor fer una còpia ampliada a tamany A3)





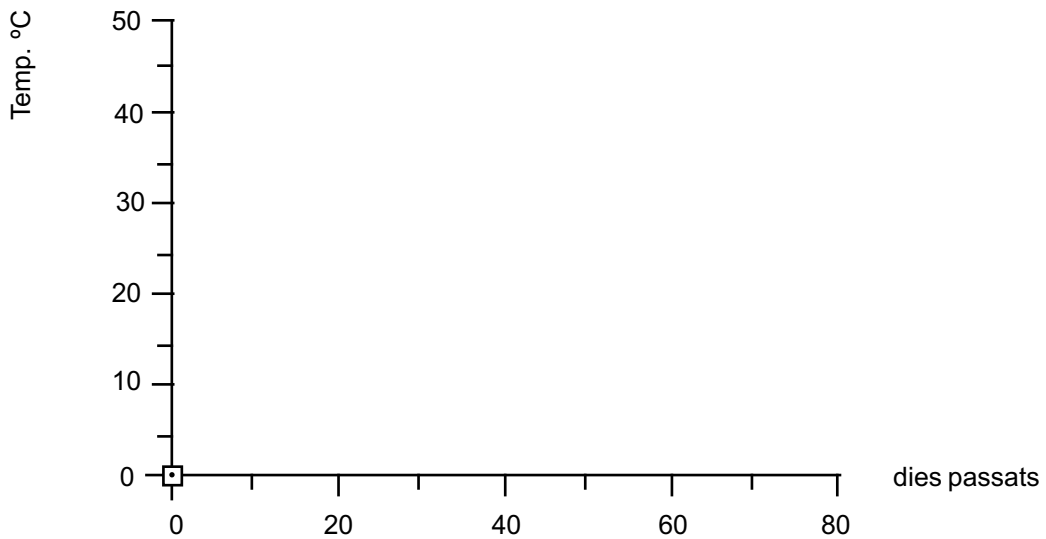
Exposició dels resultats

Observa el teu full de resultats, encara que no hagi pogut recollir totes les dades. Quins paràmetres han variat en el procés? Descriviu els canvis que han experimentat els residus.

Color: _____

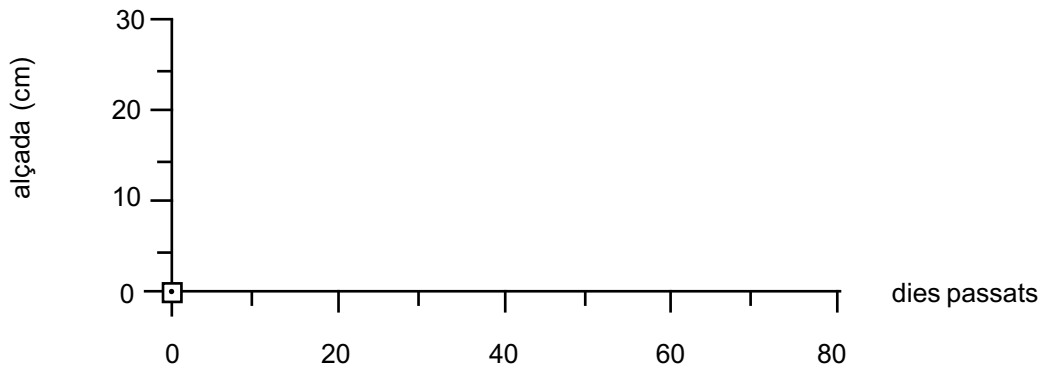
Olor: _____

Temperatura:

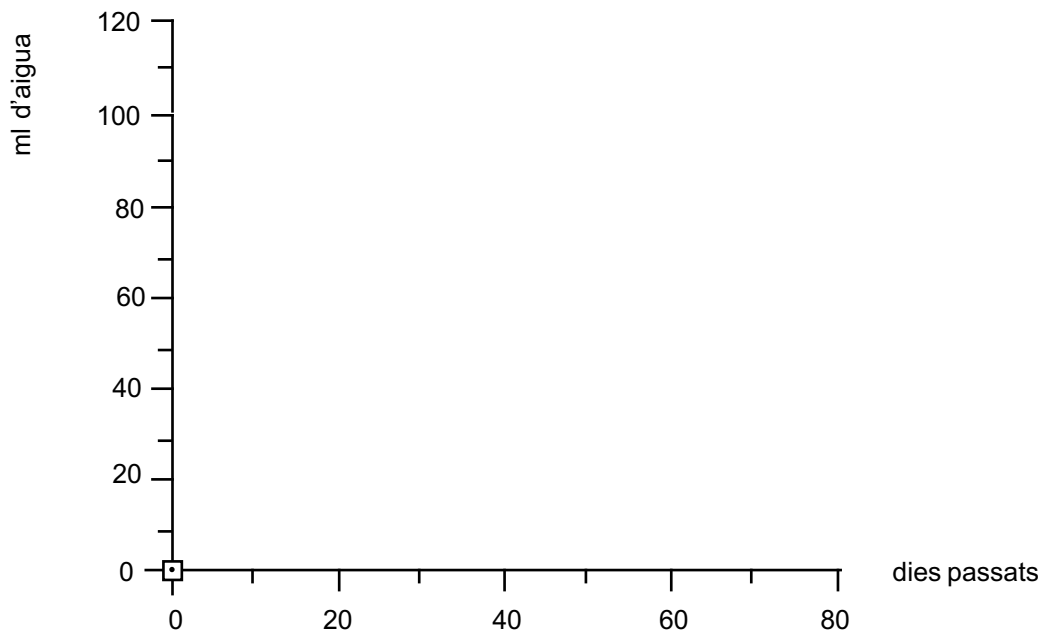




Alçada de la pila:

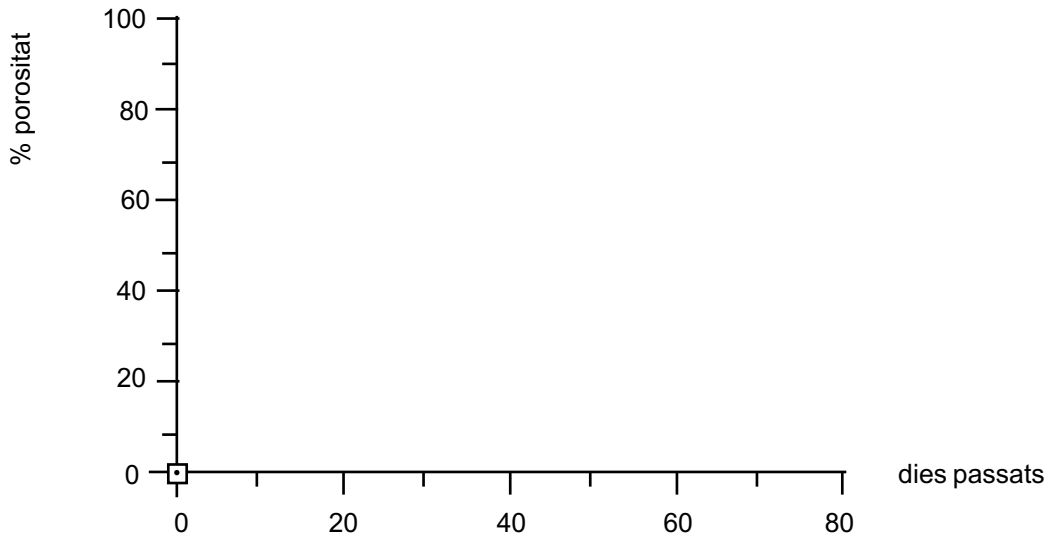


Capacitat de retenció d'aigua:

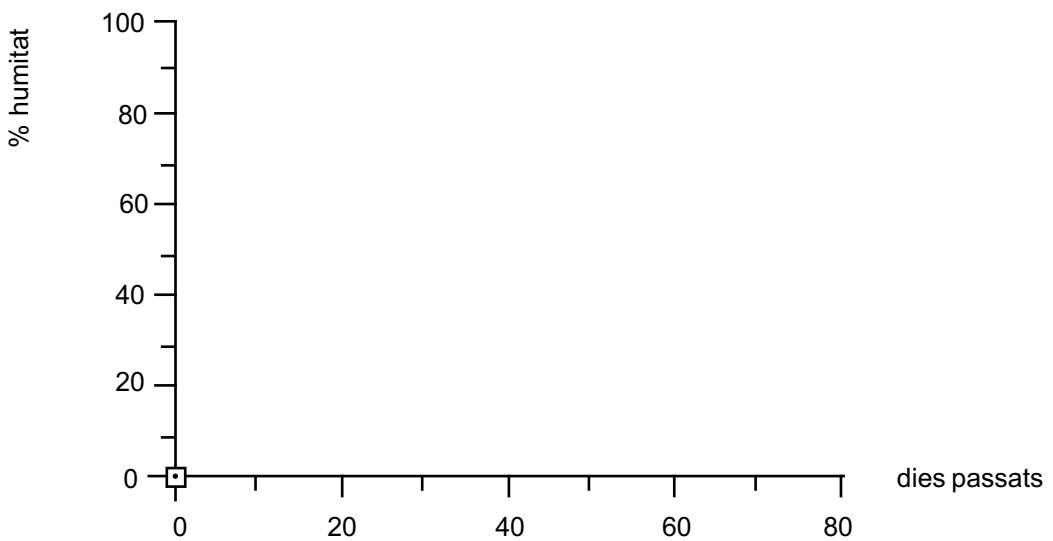




Porositat:

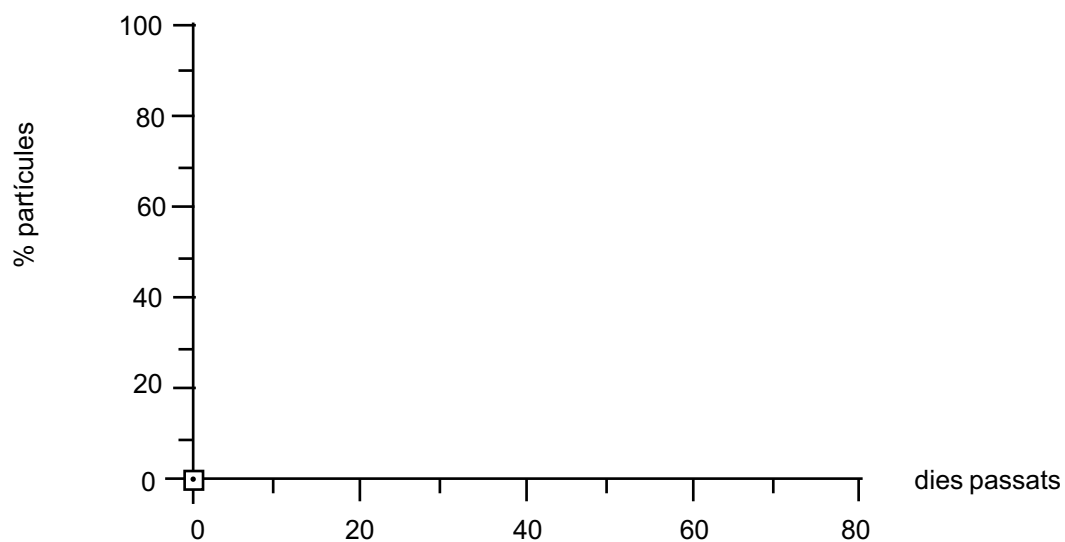


% d'humitat:

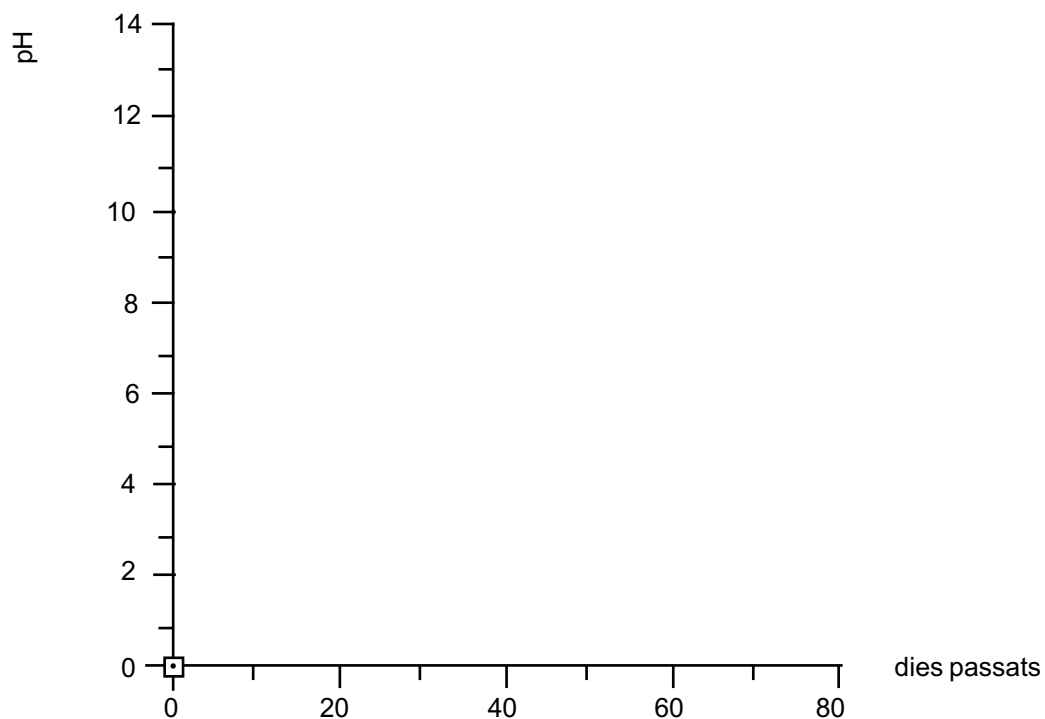


Mida de les partícules:

- ▣ % part. grosses
- ◆ % part. petites



pH:





Conclusions:

Escriu les conclusions que extreus del teu experiment. Segur que ara trobes explicacions a qüestions que abans desconeixies:

1. Són aprofitables les restes de verdura i fruita de casa nostra? Ens resol algun problema transformar-les en compost?
2. Quins problemes es presenten si es tracta d'una gran concentració urbana? Creus que és possible compostar els residus que provenen de les indústries alimentàries, de l'agricultura, de la jardineria i de totes les llars de Catalunya? Quines avantatges tindria fer-ho?
3. A partir del que has observat, quins inconvenients creus que poden sorgir en compostar els residus que es generen a una comarca?
4. Quines dificultats i inconvenients has trobat en el procés?
5. El resultat del teu experiment ha estat satisfactori? per què?
6. Quina és la causa de la transformació dels residus en el compostatge?
7. Per què augmenta la temperatura en la primera fase del procés?
8. En quines etapes has observat la presència d'insectes i altres animals?
9. Per què disminueix tant la humitat dels residus? d'on provenen els líquids foscos o lixiviat?
10. Per què cal airejar i mantenir els residus humits durant el compostatge?
11. Les fruites i les verdures són una mica àcides, però mentre es transformen en compost es tornen bàsiques (el pH augmenta per sobre del valor 7), per tornar a ser lleugerament àcides en acabar el procés. Ho has observat?
12. La porositat ha augmentat durant l'evolució del compost?
13. La capacitat de retenció d'aigua ha augmentat?





14. La porositat i la capacitat de retenció d'aigua del compost són propietats que el fan útil per millorar la terra?
15. Què faràs amb el producte que has obtingut? Què proposaries fer amb el compost d'una planta de compostatge comarcal?





Informació sobre el reciclatge de la matèria orgànica

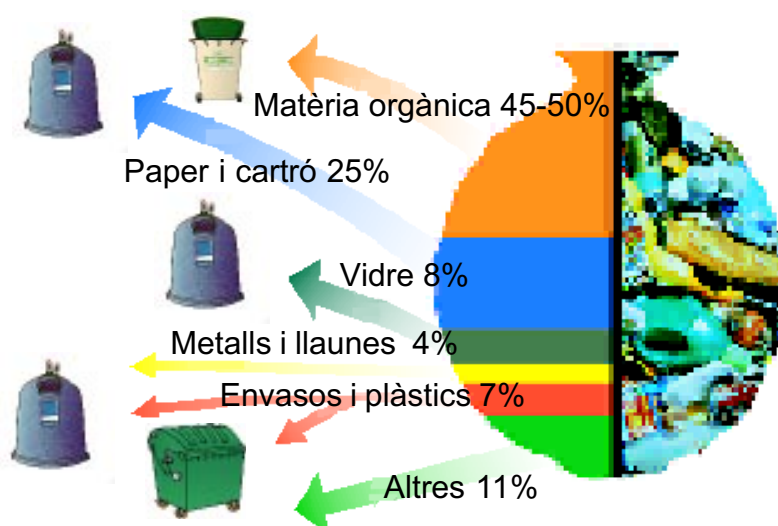
Les restes de menjar es poden reciclar

La meitat de les escombraries que generem a les nostres llars provenen dels aliments, sobretot de verdures i fruites; es tracta de la matèria orgànica (MO) fresca, que pocs dies abans era viva. La MO l'elaboren els éssers vius i està composta per milers de substàncies.

En els nostres residus, humits, flonjos i nutritius, els microorganismes troben un medi excel·lent per desenvolupar-s'hi i els transformen amb el seu metabolisme. Els productes resultants poden ser biogàs, que és combustible, o compost, que s'usa a l'agricultura. Un resultat o l'altre depenen de les condicions en què es transformen, és a dir, en presència o no d'oxigen.

La MO als residus urbans, agrícoles i industrials

La composició de les escombraries depèn dels factors socioeconòmics que influeixen en el tipus d'alimentació, i del clima. Als nostres països, l'alimentació mediterrània és abundant en verdures i fruites, i és la causa que generem els residus amb més proporció de MO fresca en el conjunt de la UE. La quantitat és d'uns 700 g per persona i dia, i representa el 60% del total dels residus que generem, que és, de mitjana, d'1,2 kg/ persona i dia.



Informació sobre el reciclatge de la matèria orgànica-2

La indústria que es deriva de l'agricultura també genera residus de MO, que sols o barrejats amb d'altres poden ser reciclats. A la taula 2 s'exposa l'origen d'alguns dels residus agrícoles i industrials reciclables.

Origen	Tipus de residu
Indústria química	Fulles triturades de tota mena de vegetals, fangs de depuració de les aigües
Indústria del cautxú	Restes de mescles vulcanitzades
Cerveseries i similars	Restes de llúpul, restes d'etiquetes
Indústries làcties	Fangs de depuració de les aigües
Indústries de pinsos, molins de farina, etc.	Brosses, pinso fet malbé
Productes carnis, congelats	Freixures, fangs de depuració de les aigües
Escorxadors	Fangs del greix i dels excrements
Indústria conservera	Pinyols, peles, closques, polpa
Xocolateria i pastisseria	Restes de sucre, farià, midó
Indústria tabaquera	Pols i tiges de tabac
Indústria tèxtil	Fibre curtes i pols de lli
Indústria de la fusta	Escorça de pi, serradures
Indústria paperera	Fangs de la depuració de les aigües

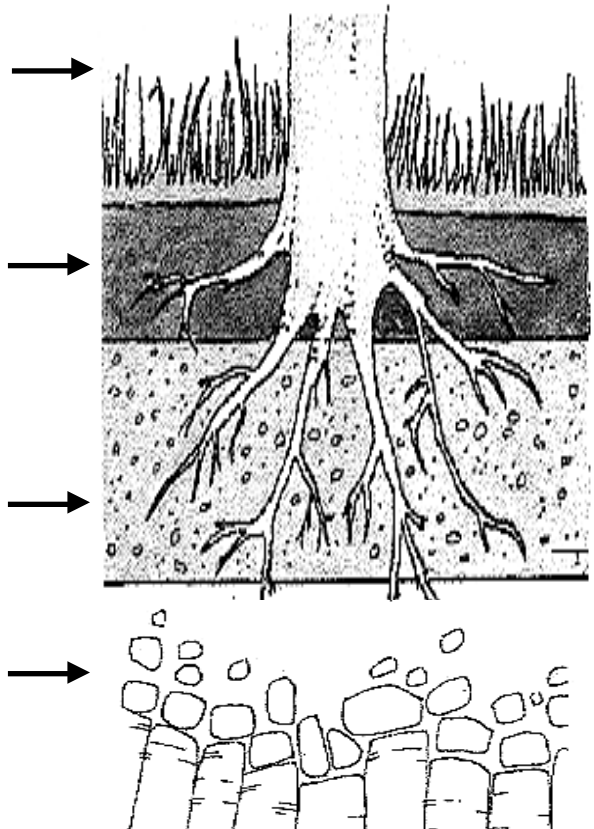
Totes les restes de MO, domèstiques, agrícoles o industrials, es poden reciclar: poden formar part d'un cicle fins a reincorporarse a la vida, tal com succeeix a la Natura. Tanmateix, la riquesa en MO de les nostres escombraries i les necessitats que tenim dels productes de la seva transformació fan indispensable el seu reciclatge.

El reciclatge de la MO als sistemes naturals

A la natura, la MO es recicla. Alhora que neixen i creixen els vegetals i els animals, es produeixen residus: les fulles, els troncs dels arbres que moren, les defecacions i els cadàvers dels animals cauen al sòl continuament. En el sòl, hi viuen microorganismes, que amb la seva activitat també hi aporten una gran quantitat de restes.

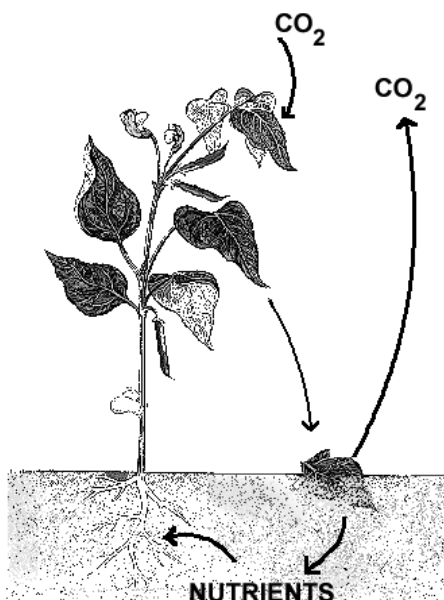
A mesura que s'incorpora al sòl, la MO evoluciona: les restes visibles es van esmicolant i, lentament, es van degradant i enfosquint fins que s'hi integren. Si observem un perfil, tallat en el sòl, hi podem observar les mostres d'aquest procés:

- A la part superior, es distingeixen restes de fulles, insectes, troncs, etc. que es van esmicolant... Aquesta capa protegeix i manté humit el sòl.
- Just per sota, s'observa una capa de terra molt fosca i rica en MO, en la qual ja no es distingeixen les restes, que ja han evolucionat i s'han transformat en terra negra, fèrtil, i on hi ha una gran activitat biològica; així ho manifesta la presència d'arrels, micelis i petits animals.
- A les capes inferiors, el color bru es va esvaint i la terra és més mineral hi trobem trossos de roques.
- La part més profunda és la roca sobre la qual s'ha desenvolupat el sòl i que lentament es va desintegrant.



La MO que s'incorpora al sòl continua lentament el seu cicle; la respiració dels microorganismes en retorna una part a l'atmosfera en forma de CO₂ i la resta queda al sòl: és l'humus, que el fa més porós i humit i lentament es mineralitza. Així queda de la manera més apta per a la nutrició de les plantes.

El cicle es completa en tornar-se a incorporar aquests materials a la vida: els vegetals absorbeixen els nutrients per les arrels, i el CO_2 atmosfèric és alhora absorbit per les fulles i tiges verdes i transformat, juntament amb l'aigua i els minerals, en nova MO, que es reincorpora novament al sòl...



D'aquesta manera, s'estableix un cicle en què intervenen l'aire, els éssers vius i el sòl: els éssers vius sintetitzen MO que es degrada i s'incorpora al sòl, on es mineralitza i es torna a incorporar a les plantes en forma de nutrients, o bé es transforma en un dels gasos de l'atmosfera, el CO_2 que serveix per sintetitzar nous vegetals, els quals aporten nous materials al sòl...

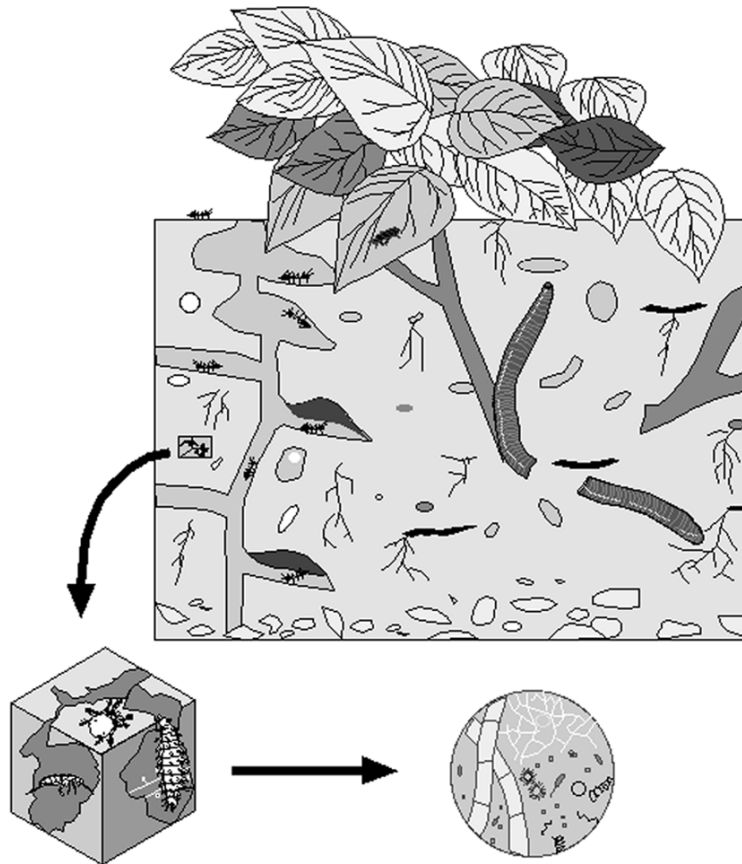
Naturalesa de la matèria orgànica

La matèria orgànica està formada essencialment per pocs elements: carboni, hidrogen, oxigen, nitrogen i fòsfor. Els àtoms de carboni s'enllacen formant cadenes i anelles que es poden estendre i entrellaçar fins a arribar a estructures molt complexes. Els àtoms dels altres elements s'uneixen als àtoms de carboni o bé s'intercalen entre si.

Les substàncies orgàniques que constitueixen majoritàriament els aliments es poden classificar en tres tipus: hidrats de carboni, lípids i proteïnes. Els dos primers grups de components posseeixen un gran contingut energètic, i les proteïnes confereixen estructura.

L'acció dels microorganismes

En la descomposició de la MO, hi participen microorganismes molt diversos, fongs, bacteris i actinomicets. Provenen de l'ambient i en els residus troben unes condicions tan bones que la seva proliferació és extraordinària: al final del procés, hi ha centenars de milions de microbis per gram de compost.



La presència o limitació d'oxigen determina quins són els tipus de microorganismes que proliferen: els que respiren oxigen de l'aire i són aeròbics, o bé els anaeròbics, que sense oxigen viuen dels mateixos productes que descomponen. El seu metabolisme és diferent i, com a conseqüència, l'evolució de la MO està subjecta a les condicions d'aeració.



En els abocadors on els residus s'apilen i no s'airegen, únicament es desenvolupen els microorganismes anaeròbics, que no necessiten oxigen per respirar. Aquests microorganismes es nodreixen de les restes de MO i amb el seu metabolisme produeixen gasos, entre ells metà (CH_4), gas combustible que és el principal component del gas natural.

Per aquest motiu, un dels elements dels abocadors són les xemeneies, les quals faciliten la sortida del gas cap a l'exterior i eviten que s'acumuli i pugui ser causa d'una explosió. A més, si l'abocador produeix gas en quantitats elevades, el podem recollir per aprofitar-lo com a recurs energètic.

En canvi, si les restes de MO fresca es trituren i s'airegen, microorganismes aeròbics molt diversos participen en un complex procés de transformació: el compostatge. El resultat és l'obtenció del compost.

La degradació de la MO

Alguns dels components de la MO, per l'acció dels microorganismes, es disgreguen i es degraden amb molta facilitat. Formen molècules més senzilles; es trenquen els enllaços entre els àtoms de carboni i s'allibera energia.

Tota aquesta activitat d'esmicolament de les molècules es manifesta amb un desprendiment d'energia en forma de calor. La temperatura dels residus en descomposició augmenta, i es manté elevada uns quants dies; pot arribar fins a valors superiors a 60°C .

Els glúcids senzills i els lípids es degraden amb facilitat. En canvi, els més complexos com la cel·lulosa, present a les parets cel·lulars dels vegetals, són més difícils de degradar, i encara ho és més la lignina, que es troba a la part llenyosa.

Els lípids, poc afins amb l'aigua, s'han de transformar per incorporar-se al procés de degradació.

Finalment, el nitrogen que contenen les proteïnes s'allibera i queda en formes més estables i més solubles.

Amb el seu metabolisme, els microorganismes produeixen un tipus de proteïnes, els enzims, que són les substàncies químiques que actuen sobre les molècules orgàniques. Cada tipus de microorganisme produeix els enzims especialitzats a degradar una classe determinada de molècules:



- Els bacteris actuen ràpidament sobre els glúcids, que acaben de degradar-se per l'acció dels fongs.
- Alguns tipus de bacteris transformen les molècules que contenen nitrogen, principalment les proteïnes. La seva activitat depèn de les condicions ambientals i poden retenir el nitrogen o bé provocar que es desprengui. En el compostatge, el nitrogen passa de la forma orgànica, les proteïnes, a la mineral, els nitrats, que és assimilable per les plantes.
- Alguns fongs intervenen sobre altres productes com àcids orgànics, proteïnes i lípids, i els actinomicets actuen específicament sobre certes formes de la cel·lulosa.

	COMPONENTS	CONTINGUTS
Llet i derivats		Proteïnes
Carn, peix i ous		Proteïnes
Llegums, tubèrculs i fruits secs		Variable
Verdures i hortalisses		Vitamines, sals minerals i hidrats de carboni
Fruites		Vitamines, sals minerals i hidrats de carboni
Cereals, sucres i fècules		Hidrats de carboni
Olis i greixos		Lípids



La reestructuració: formació de l'humus

L'evolució dels residus no s'atura en el procés de degradació o descomposició; les molècules que s'obtenen en aquest primer estadi es reagrupen i es combinen amb trossos d'altres molècules; essencialment, amb fragments de lignina parcialment degradats. Aquesta etapa de reestructuració de la MO és molt més lenta, i, com que ja no es tracta de trencar enllaços, ja no genera calor.

El resultat de la degradació i de la reestructuració és la formació d'un producte molt més estable, constituït per molècules molt més complexes, que absorbeix i reté la humitat, i és granulós i porós; el seu color negre indica que és molt ric en substàncies húmiques.

Els components d'aquest producte final són essencialment els àcids húmics i fúlvics, i una part més mineralitzada, la humina. Són gairebé idèntics als que es formen als sòls naturals i constitueixen l'humus, o terra negra. L'estructura d'aquestes substàncies és sumament complicada, ja que es tracta de molècules molt grans, de milers d'àtoms de carboni que s'enllacen en formes cícliques i de cadenes entrecruades. A la seva estructura incorporen funcions orgàniques molt diverses, com els alcohols, les amines i, sobretot, els àcids.

Des del femer a les plantes de compostatge de Catalunya i a la UE

El femer de les granges i de les cases de pagès, on tradicionalment s'han abocat els fems o residus, és un antic exemple d'aplicació de la tecnologia per a l'obtenció del compost. En el femer, la composició i les condicions són poc controlades: els residus, amuntegats normalment sota cobert, protegits de la intempèrie i aïllats tèrmicament, segons el costum, s'airegen periòdicament. El resultat és un producte fosc, estable i adequat per a l'agricultura, molt semblant al compost actual.

El femer, molt adequat al medi rural, deixa de ser una solució per reciclar les deixalles orgàniques de la població urbana. La limitació del sòl i els canvis en el consum i l'alimentació han fet necessària l'aplicació de tractaments més ràpids, massius i que produeixin el mínim de molèsties al veïnat.

Les primeres plantes de compostatge per a residus urbans de Catalunya es van instal·lar a Vilafranca del Penedès, Mataró i Gavà, i ja fa anys que estan en marxa. El nou Pla de residus de la Generalitat de Catalunya preveu l'extensió de noves plantes a totes les comarques i que l'any 2000 el 50% de residus orgànics es convertiran en compost.





Bones condicions per a un bon compostatge

L'evolució de la MO fins a convertir-se en compost és lenta; poden passar dos mesos.

Des que s'inicia la descomposició de la MO fins que s'arriba a l'estabilització, els microorganismes que protagonitzen el procés són variadíssims, i cada tipus actua com a especialista, que degrada específicament cadascun dels components dels residus. Sense entrar en acció tots alhora, els microorganismes es van succeint en etapes, de manera que, en acabar uns la seva activitat, la inicien els de la fase següent.

Cada fase del compostatge es caracteritza per les condicions que determinen l'activitat dels microorganismes corresponents, i, com es pot pensar, és possible controlar-les i així obtenir resultats millors i més ràpidament.

Control de les condicions, per aconseguir un bon compostatge, a partir d'una pila de MO fresca:

1. Preparació

- **La MO**

La preparació s'inicia amb una recollida selectiva de residus orgànics, lliures d'altres materials; sobretot, cal eliminar-ne els plàstics, els vidres i els productes tòxics, com poden ser els insecticides o les piles. A l'apartat "Com podem col·laborar" trobareu un llistat de residus que es poden compostar.

La composició de la mostra ha de ser variada i és convenient que contingui materials rígids que li donin estructura i així evitin que quedi "una pasta". També convé afegir restes de gespa o d'herbes, riques en nitrogen.

- **Trituració**

Cal trinxar els residus per accelerar l'inici del procés, ja que així es facilita la distribució dels microorganismes.

- **La pila**

En apilar els residus, és convenient que quedin humits i flonjos; també poden alternar-se capes de terra.



2. Degradació

• **Etapa de latència**

La primera fase és molt curta: pot durar un o dos dies. Els microorganismes mesòfils (actuen a temperatura ambient) degraden els sucres i les proteïnes més simples.

• **Fase exotèrmica**

A causa de la intensa activitat de degradació, la temperatura augmenta i pot arribar a sobrepassar els 50°C. En aquesta fase, actuen primer microorganismes mesòfils, entre 15°C i 35°C, i finalment microorganismes termòfils, entre 35°C i 70°C. A aquesta temperatura té lloc una pasteurització, en què s'eliminen microorganismes patògens i també les llavors que provenen de la MO inicial i que no han de ser presents en el producte final.

Per la part inferior de la pila de compost, s'escola un líquid fosc, els lixiviats, que prové de l'aigua que s'allibera en la degradació i conté moltes substàncies dissoltes, entre elles pigments que li confereixen un color molt fosc.

Les olors que es desprenen ja no són pròpies de la MO fresca, i recorden més les del femer.

A la part superficial, és possible que s'observi una capa grisa que indica l'activitat de fongs i actinomicets. Passats uns dies, la temperatura baixa, i deixen d'actuar els microorganismes que ja han degradat els hidrats de carboni, les proteïnes i els lípids.

• **L'aeració**

En aquesta etapa, és molt convenient controlar que el pH esdevingui bàsic i afavorir l'aeració, ja que els microorganismes són aeròbics: necessiten oxigen. Si per manca d'oxigen el procés esdevingués anaeròbic, els resultats foren totalment diferents.

Si l'olor d'amoníac és intensa i la pila s'acidifica, això és indicatiu que el procés ha esdevingut anaeròbic, i el compostatge no és en el bon camí. No s'aconseguirà la degradació de la cel·lulosa ni de les lignines i hi haurà una pèrdua forta de nitrogen. Cal corregir les condicions voltejant sovint la pila.

3. Humectació

L'estabilització de la temperatura indica la fi de l'etapa d'intensa degradació de la MO i



l'inici de la fase d'humectació, molt més lenta. Les restes de MO original ja no es reconeixen i el substrat comença a adquirir un aspecte granulós.

S'observen els canvis en l'activitat biològica per l'aparició de larves, insectes, nemàtodes... Els canvis en la composició es fan evidents per l'olor característica de l'humus, que va envaint l'ambient.

En aquesta fase, cal vetllar per mantenir la humitat i, si cal, regar la pila, que ha de quedar com una esponja escorreguda.

Es considera que el producte és estable quan no es produeixen canvis visibles i se'n mantenen les propietats fisicoquímiques, com per exemple la humitat, en el 40%. En aquest moment, el caràcter lleugerament àcid del pH indica la presència dels àcids húmics i fúlvics, característics del compost.

Evolució dels paràmetres fisicoquímics. Propietats del producte final

Els canvis que es produeixen en els residus fins que es transformen en compost són espectaculars: una pila de restes de vegetals trinxades es converteix en el producte esperat. És possible seguir l'evolució del procés determinant les propietats del material en diferents dies. Al començament, quan l'activitat és més intensa, la determinació de les propietats es fa amb més freqüència, i, passats els primers dies, es pot anar espaiant.

El color: en començar, es distingeixen els colors de les restes fresques, però immediatament s'enfosqueixen. El color esdevé cada vegada més fosc, fins a ser gairebé negre.

L'olor: les aromes de verdura i fruita canvien ràpidament, d'acord amb la intensa activitat biològica. En la fase més pastosa, quan l'aeració esdevé difícil, se'n desprèn amoníac, d'olor característica. L'olor de femer indica un procés més avançat, i finalment l'olor de terra de bosc ens fa pensar que hem obtingut el que desitjàvem.

L'alçada de la pila: el volum de les deixalles disminueix notablement en el procés; per això, l'alçada de la pila pot reduir-se fàcilment fins a un 25%.

Els lixiviats: els lixiviats es desprenen sobretot passats uns dies de l'inici del procés. Contenen diverses substàncies en una concentració elevada, sobretot nitrogen. És preferible evitar un excés de despreniment d'aquests líquids foscos, cosa que s'aconsegueix amb una composició variada en els residus a compostar i una bona aeració.





La temperatura: la fase exotèrmica es detecta per un claríssim augment de la temperatura, que es manté durant uns dies. La fase següent, mesòfila, transcorre a temperatura ambient. El compost perd calor i la temperatura s'igualava a la de l'ambient.

El pH: les restes fresques són àcides, però ràpidament el pH esdevé bàsic. En aquesta fase, es perd nitrogen en forma d'amoniac, que es pot detectar per l'olor. A poc a poc, la basicitat disminueix i, finalment, el pH lleugerament àcid indica la presència d'àcids húmics.

La porositat i la densitat: la pèrdua d'aigua i l'excés d'humitat impedeixen la porositat i fan augmentar la densitat. En evolucionar el compost, millora la seva estructura, que esdevé més granulosa, i augmenta la porositat alhora que la densitat disminueix.

La capacitat de retenció d'aigua: el compost és esponjós, i, com les esponges, reté l'aigua que omple els petits canals entre les seves partícules. Aquesta propietat, que varia en el transcurs del procés, constitueix una de les grans qualitats del compost.

El % d'humitat: les restes de matèria orgànica fresca contenen fins a un 80 o 90% d'aigua, però la perden en deixar-les assecar. Així és fàcil de determinar el % d'humitat del substrat, que en el producte final pot ser del 40%.

La mida de les partícules: la degradació i la reconstrucció dels materials que sofreixen el procés es reflecteix en la mida de les partícules, que pot observar-se com disminueix gradualment. Les del producte final seran més homogènies que les de l'inici.

El compost com a esmena agrícola. Recuperació de sòls. Avantatges i problemes

Si haguéssim de cultivar una terra àrida, compacta i dura, que difícilment es manté humida, que fa "terrossos", i pobre en nutrients, segur que podríem pensar a usar el compost. Les seves qualitats la milloren en afegir-lo, i la converteixen en terra més fosca, flonja, humida, ben estructurada i granulosa, i més rica en nitrogen. El valor del compost com a esmena agrícola és, hores d'ara, força reconegut.

Però també cal saber que, si no és de qualitat, pot causar problemes. En efecte, la proporció entre el carboni i el nitrogen, C/N, a la matèria orgànica fresca és d'aproximadament 20:1, i al compost disminueix fins a 12:1. Si per manca de maduresa del compost, s'afegeix al sòl quan és encara massa elevada, pot ser un problema, ja que hi ha una demanda N per part





del sòl que pot arribar a significar la desnitrificació de les arrels. És per això que cal deixar passar el temps necessari per assegurar que el procés de compostatge ha acabat.

Actualment, ja s'han superat alguns dels problemes apareguts a les primeres experiències, com la presència de vidres i plàstics en el producte final, gràcies a la fabricació de compost, exclusivament, a partir de matèria orgànica separada en origen (a la mateixa llar, mercat, parc o jardí, indústria...) i a una darrera separació manual, a la mateixa planta de compostatge, de les impureses que encara hi pugui haver. Ara, es realitza un acurat control tant del procés de compostatge com de les seves aplicacions.

El compost és un bon adob i un excel·lent regenerador orgànic del sòl, útil en agricultura, jardineria i obra pública (regeneració de pedreres, de talussos i en la clausura d'abocadors) ja que:

- Millora les propietats químiques, i bioquímiques dels sòls.
- Fa més solts i porosos els terrenys compactes i corregeix els arenosos.
- Fa que el sòl retengui més aigua.
- Estalvia adobs químics (retenit-los i evitant que es perdin sòl avall).

El compost, a més del seu valor, té d'altres avantatges:

- Ens ajuda a resoldre el problema de l'acumulació dels residus a les zones de grans concentracions humanes, ja que entre el 40% i el 50% del pes de les nostres deixalles és matèria orgànica. I si no l'aprofitèssim aniria a parar a l'abocador, on seria una font de problemes.
- Saneja els residus, que se sotmeten a un procés de pasteurització. En efecte, a la fase exotèrmica es mantenen a més de 45°C durant unes hores o fins i tot uns dies. La majoria dels microorganismes patògens que podien contenir es destrueixen.
- Redueix notablement el volum dels residus, fins a un 20%.

Finalment, podem dir que és el compost

El compost és el resultat de la descomposició aeròbica dels residus orgànics per l'acció dels microorganismes.





El compost posseeix un aspecte i una olor característica, molt semblants a la terra negra del bosc. És de color fosc, textura granulosa, porós i, en mullar-lo, reté l'aigua. El seu pH és feblement àcid.

S'usa en agricultura com a substrat per a les plàntules, i barrejat amb la terra de cultiu per millorar-ne les propietats.

S'obté a partir dels residus de matèria orgànica fresca, que poden provenir de la indústria, de l'agricultura o dels residus domèstics, prèviament seleccionats.

El procés de transformació dels residus orgànics és biològic, i hi intervenen una gran diversitat de microorganismes que, seqüencialment, amb el seu metabolisme actuen sobre la matèria orgànica i en faciliten la degradació.

Les condicions del compostatge són controlades: han de ser aeròbiques, i la temperatura i el pH s'adequen a cadascuna de les etapes de la transformació.

Es considera que s'arriba al final del procés quan el producte s'estabilitza i deixa de mostrar senyals evidents d'activitat biològica. Tanmateix, la presència de grans quantitats i diversitat de microorganismes implica que no es pugui dir que l'estabilitat del producte final és completa.

Com és i com funciona una planta de compostatge.

No totes les plantes de compostatge són iguals, ja que varien segons la tecnologia utilitzada. A grans trets, i dins dels processos aeròbics, podem definir dos sistemes de compostatge diferents: el sistema de piles i els sistemes tancats i forçats. El primer és el més usual i és el que s'explica a continuació. Fases del procés:

● Preparació prèvia

1. Recepció de la fracció orgànica de les deixalles

La fracció orgànica procedent de la recollida selectiva és garbellada per eliminar les poques impureses que encara contingui.

2. Trommel

Màquina amb un gran garbell cilíndric que roda i separa la matèria orgànica del rebuig groller.





3. *Cabina de triatge manual*

Aquest rebuig passa per un últim control que es realitza manualment. Després, un electroimant n'elimina els residus metàl·lics que hi puguin haver.

4. *Recepció de la fracció vegetal i trituració*

Residus vegetals procedents de la jardineria, la neteja de boscos o la deixalleria municipal són triturats.

5. *Barreja i homogeneïtzació*

Es barregen les dues fraccions en les següents proporcions: 65-75% de la fracció orgànica sense impureses i 25-35% de la fracció vegetal triturada. La mescla resultant és sotmesa a un procés de compostatge.

● **Procés de compostatge**

6. *Disposició en piles*

La mescla es disposa amb una pala mecànica formant piles, dins un cobert sense portes i damunt d'un paviment adient amb recollida de lixiviats.

7. *Voltat de les piles i control de les condicions ambientals del procés*

Perquè els microorganismes puguin descompondre convenientment la matèria orgànica, cal mantenir les condicions d'humitat i temperatura adequades i la concentració d'oxigen suficient. La humitat es manté regant periòdicament les piles. L'oxigenació s'aconsegueix removent totalment les piles amb una màquina voltadora.

8. *Recollida dels lixiviats i les aigües de pluja*

Els líquids que desprenen les piles objecte de compostatge (els lixiviats) són recollits i serveixen per continuar regant les piles. Tota la superfície de la planta està pavimentada de manera que les aigües de pluja poden ser recollides i aprofitades per al reg del compost.

9. *Garbellament del compost madur*

Al cap de 12-14 setmanes, el compost, ja madur, és garbellat per obtenir un material

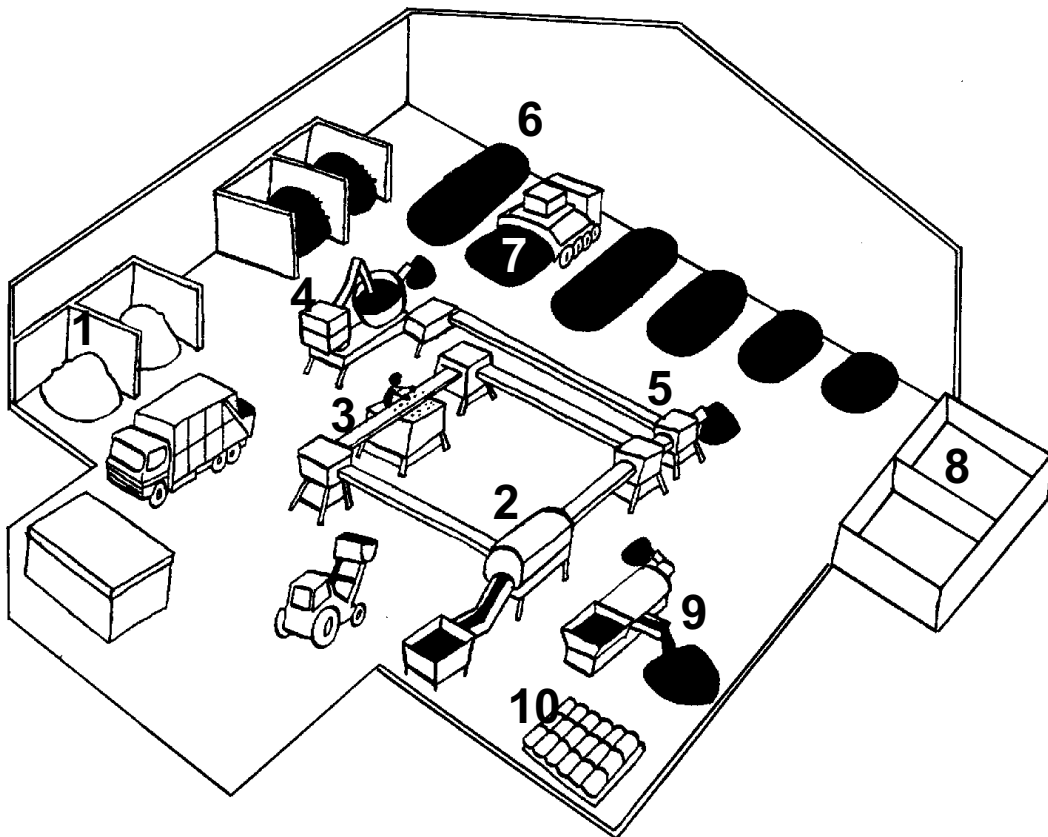




final homogeni i fi. El rebuig vegetal que pugui quedar es retorna al principi del procés.

10. Compost

Finalment, s'obté un compost madur i estable que pot ser comercialitzat com a adob o corrector de sòls.



Com podem col·laborar

Ara ja sabem, i inclús ho hem pogut experimentar, que els residus orgànics que es generen a les nostres llars, indústries, mercats, empreses agrícoles... poden ser aprofitats, transformant-los en un adob de qualitat, el compost.

Però ara el que cal és que prenguem consciència que aconseguir aquest nou repte, que ha de permetre millorar la qualitat ambiental a Catalunya, depèn de cadascú de nosaltres.

Per conèixer quins són els residus compostables, com els hem de recollir i on els hem de dipositar, cal que llegim amb deteniment la següent informació.

● Quins residus s'han de separar per ser compostats?

- Restes de menjar i de la cuina:



Triadures de verdures, peles i restes de fruita, rosegalls de menjar, closques d'ou i de mariscs i de mol·luscs, closques de fruita seca, espines i restes de peix, ossos i restes de carn, menjar en mal estat, rosegons de pa, marró del cafè, tovallons de paper, herbes de fer infusions, taps de suro...

- Restes del jardí i l'agricultura:



Fullaraca, rams de flors pansits, males herbes, gespa segada...

Ull!!! no barregis la fracció orgànica amb:

Excrements d'animals, productes alimentaris líquids, bolquers, compreses, restes d'escombrar i d'altres residus valoritzables (vidre, envasos, paper i cartró, etc.).



● Com s'han de recollir?

Els residus orgànics s'han de recollir en bosses que siguin compostables, com les de paper o les de plàstic biodegradables.

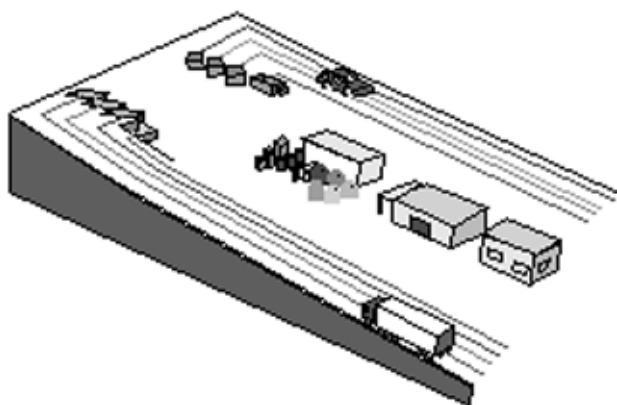
Mai en bosses d'escombraries convencionals o d'altres bosses de plàstic que els microorganismes no puguin degradar. Així evitem haver-les de separar i eliminem el risc de contaminar el compost amb materials no útils per als camps.



● On s'han de dipositar?



Cal portar les bosses amb els residus orgànics separats a uns contenidors específics per a la recollida selectiva de la fracció orgànica. Aquests contenidors es troben al carrer, al costat dels contenidors verds, destinats a la fracció dels residus que no es poden aprofitar.



Les restes vegetals molt voluminoses, com les del jardí i l'agricultura, s'hauran de dur a les deixalleries municipals, que són les instal·lacions que actuen com a receptors d'aquestes restes. O directament a la planta de compostatge.

Esperem poder comptar amb la teva col·laboració

