

### 3.2. Compostatge

El compostatge és el **procés biològic de descomposició i estabilització de la matèria orgànica en condicions aeròbies** (amb presència d'oxigen), en un règim d'operació que permet assolir temperatures termòfiles gràcies al calor generat pel metabolisme dels microorganismes descomponedors. Amb aquest procés s'obté el **compost**, un producte amb valor fertilitzant sòlid estable i higienitzat, lliure de patògens i llavors, que presenta característiques totalment diferenciades dels subproductes frescos de partida. No és un material putrescible i, per tant, no genera pudors quan s'emmagatzema, té un color fosc i en general no es distingeixen les restes del material inicial (Figura 3.2.1). Pel que fa a les dejeccions ramaderes, el procés de compostatge es pot aplicar a tot tipus de fems, gallinassa, la fracció sòlida dels purins obtinguda mitjançant el procés de separació sòlid-líquid (vegeu la secció 3.1) i el digerit provinent de la digestió anaeròbica de les dejeccions (vegeu la secció 3.4).



**Figura 3.2.1.** Canvis aparents de la transformació d'una fracció sòlida de purins de vacum inicials (esquerra) i del compost obtingut a partir d'aquesta un cop combinada amb material estructurant (dreta).

#### 3.2.1. Fonament científic-tècnic

El compostatge té lloc gràcies a l'acció de microorganismes aeròbics. Aquests proliferen ràpidament quan es donen les condicions òptimes de creixement, fet que es detecta per un increment molt significatiu de la temperatura del material en descomposició fins arribar al rang termòfil (entre 45 i 70°C). Després d'aquesta primera **fase de descomposició**, en segueix una segona més lenta coneguda com a **fase de maduració**, en la que el compost s'acaba d'estabilitzar a temperatura ambient. Com a resultat dels processos respiratoris microbians una part important del carboni orgànic s'allibera en forma de diòxid de carboni que, conjuntament amb la pèrdua d'aigua durant el procés per evaporació, redueix la massa de les matèries primeres fins a un 50%, tot i que aquesta reducció dependrà de la naturalesa de les matèries primeres.

Per tal d'iniciar el procés de compostatge, el material a compostar ha de tenir un contingut en humitat entre el 40% i 65%, una relació carboni/nitrogen (relació C/N) entre 25 i 35, i la suficient porositat per tal d'afavorir la circulació d'aire a l'interior del material apilat, motiu pel qual sovint s'afegeix també material ligno-cel·lulòsic que actua com a **estructurant**. Durant el procés de compostatge, les pèrdues per volatilització de nitrogen en forma d'amoníac poden oscil·lar entre el 10% i fins a un 55%. Cal, doncs, operar el procés amb el propòsit de minimitzar aquestes emissions.

A nivell pràctic hi ha diferents opcions de dur a terme el procés de compostatge, en funció de la forma en què s'aporta aeració al material en descomposició i del nivell de protecció de la massa compostant pel que fa a les inclemències atmosfèriques (Figura 3.2.2). Al **mètode dinàmic** l'aire s'aporta gràcies als volteigs que es realitzen amb una pala mecànica o bé una màquina voltejadora que pot ser autopropulsada o que es pot fer servir amb la presa de força del tractor (Figura 3.2.2). Al **mètode estàtic**, per altra banda, l'aeració es du a terme per ventilació mecànica de l'aire amb canonades que se situen a la part inferior de

les piles de compostatge i que poden funcionar en mode de succió o impulsió (Figura 3.2.3). Aquest mètode no evita del tot el nombre dels volteigs, ja que se n'han de fer per a homogeneïtzar el material i per evitar la seva compactació, així com per prevenir la formació de camins preferents de l'aire. Finalment, el procés de compostatge es gestiona en camp, controlant tres paràmetres directament en el material en descomposició: la temperatura, la humitat i el contingut en oxigen. Els resultats d'aquestes mesures condiciona les dues operacions bàsiques del procés: el nivell d'aeració (volteigs) i la irrigació del material.

Mètodes de compostatge	Sistemes oberts/coberts	Piles amb volteig (+++)
		Piles estàtiques
		Succió d'aire (+)
		Impulsió d'aire (++)
		Ventilació alterna (+)
	Sistemes tancats (-)	

**Figura 3.2.2.** Classificació dels sistemes de compostatge i nivell d'implementació en el marc agrari: alt (+++), mitjà (++), baix (+), no utilitzat (-).

També hi ha diferents opcions de compostatge des del punt de vista de la protecció de la massa compostant respecte les condicions ambientals. Al **compostatge obert** les piles de compostatge són disposades sobre una superfície pavimentada per a recollir els lixiviats convenientment, però estan exposades a l'aire lliure. Normalment, s'ubiquen en localitzacions lluny de nuclis urbans i de baixa pluviometria anual. El **compostatge sota cobert**, però també a l'aire lliure, està indicat per localitzacions lluny de nuclis urbans i d'alta pluviometria. Finalment, el **compostatge en sistemes tancats** es realitza en piles que es disposen dins de túnels confinats amb ventilació forçada. Aquests mètodes més intensius són aptes per a localitzacions properes o dins de nuclis urbans, ja que facilita el control i el tractament de les emissions gasoses, i són independents de la pluviometria del lloc. Normalment s'apliquen en l'àmbit industrial, o per al tractament de la fracció orgànica dels residus urbans, però no tenen pràcticament implementació dins el marc agrari per causa del seu elevat cost.

### 3.2.2. Implementació a la granja

Les instal·lacions de compostatge més habituals a l'explotació ramadera són obertes, a l'aire lliure, ja sigui amb piles voltejades o estàtiques, per causa de la seva senzillesa i llunyania dels nuclis habitats (Figura 3.2.3). La massa compostant s'amuntega en piles d'uns 2 metres d'altura i es voltegen i humitegen periòdicament, en funció de la marxa del procés. Una alçada major de la pila en comprimiria la seva massa i dificultaria l'entrada d'oxigen a l'interior, mentre que una de menor comportaria una pèrdua de calor que dificultaria l'arribada al règim termòfil. A la Taula 3.2.1 s'indiquen els elements bàsics d'una planta de compostatge de fems a una explotació ramadera.



**Figura 3.2.3.** Imatge superior: Pila de compostatge per al tractament dels fems d'una granja durant la fase de termòfila de la descomposició, on es poden apreciar els sensors per fer el seguiment de la temperatura. Imatge inferior: Vista zenital d'una pila de compostatge en una granja a l'aire lliure, gestionada pel mètode dinàmic amb una màquina voltejadora connectada a la presa de força del tractor.

**Taula 3.2.1.** Elements bàsics d'una planta de compostatge de fems a una explotació ramadera.

#### Infraestructures

- Plataforma impermeable amb recollida de lixiviats: ha d'estar dimensionada d'acord amb la quantitat de fem, fracció sòlida i estructurant tractats, i el temps de processat previst. Ha de suportar el pas de la maquinària, motiu pel qual convé que estigui construïda amb formigó.
- Cobert: en el cas que convingui protegir les piles de la meteorologia (pluges, sol, etc.).
- Sistema de subministrament d'aigua: per aportar les correccions d'humitat a la massa compostant que puguin ser necessàries.
- Sistema de ventilació: per aportar l'aire a les piles de compostatge en cas d'una planta amb aeració forçada (mètode estàtic).

#### Equips

- Màquina voltejadora: o equipament similar (tractor amb pala), per voltejar les piles en cas d'una planta amb piles dinàmiques.
- Tractor amb remolc: per moure els materials d'entrada i sortida.
- Màquina trituradora: per adequar la mida del material estructurant necessari, en cas que es produeixen a la pròpia explotació.
- Criba: per recuperar una part del material estructurant al final del procés i afinar el compost.

#### Elements de control

- Mesuradors de temperatura: Per conèixer l'evolució de la temperatura de la pila compostant, i verificar el temps que es manté dins el rang termòfil.
- Mesuradors d'oxigen: Al ser possible disposar d'un mesurador d'oxigen per controlar la seva concentració a diferents profunditats a l'interior de la pila del material en descomposició.

#### Additius i altres materials

- Material estructurant: palla, encenalls, serradures, i les restes d'esporga convenientment triturats.

Per tal de millorar la circulació de l'aire dins de la pila, s'hi afegeix el que es coneix com a **material estructurant**. Es tracta de subproductes que solen tenir una alta proporció de matèria orgànica, sovint de natura ligno-cel·lulòsica, amb un nivell d'humitat baixa i que incrementen la porositat de la massa compostant, necessària per a permetre l'intercanvi gasós que es produeix durant el procés. La porositat que aporta aquest material prové del fet que tenen una mida de partícula més gran que les dejeccions i són relativament poc biodegradables (per exemple, la palla, les serradures i les restes d'esporga convenientment triturats). Els estructurants també ajuden a disminuir el contingut d'aigua, que generalment és massa elevat en els fems, fins a un òptim situat entre el 40% i el 65%.

**Taula 3.2.2.** Efectes de l'addició d'estelles de pi (2/1 en relació de volum) com a agent estructurant sobre la fracció sòlida de la separació sòlid-líquid dels purins de vacum (Font: Cáceres *et al.*, 2006).

Paràmetre	FS sense estructurant	FS amb estructurant
Contingut d'aigua (H en % de pes fresc)	82,0	72,1
Matèria orgànica (MO en % de pes sec)	92,4	95,5
Nitrogen orgànic (N <sub>org</sub> en % de pes sec) <sup>a</sup>	1,4	1,1
Relació C/N <sub>org</sub> (g/g)	38	50
Porositat com espai lliure d'aire (FAS en %) <sup>b</sup>	64,0	72,9

<sup>a</sup> Nitrogen que forma part de components orgànics.

<sup>b</sup> De l'anglès *free air space*, correspon a la proporció del volum ocupat per l'espai d'aire que hi ha entre les partícules de la massa compostant.



### 3.2.3. Eficiència de tractament

La durada del procés depèn de la naturalesa dels materials de partida i del grau d'eficiència que s'hagi assolit al llarg del compostatge. En general, però, caldria pensar en períodes de 3 a 6 mesos per tal d'obtenir un material compostat suficientment estable. Com més temps es mantinguin les temperatures altes, dins el rang termòfil, més eficient serà el procés de descomposició i estabilització del material, i s'assolirà una major destrucció de patògens i llavors de males herbes. Es pot afirmar, doncs, que **la durada del procés dependrà de la qualitat del producte final desitjada**, ja que determinades aplicacions del compost resulten ser molt exigents quant el grau de maduresa del compost (per exemple, la producció de substrats per a l'horticultura).

Des de la perspectiva del balanç del nitrogen, **l'eficiència del procés de compostatge dependrà de la quantitat d'amoniac volatilitzada** durant el procés i del lixiviat generat, en cas que no es recuperi amb el compost. En condicions òptimes s'estima que les pèrdues de nitrogen per volatilització d'amoniac són d'un 15%. L'eficiència de recuperació de nitrogen de referència pel compostatge és, per tant, del 85%. Per altra banda, gràcies al procés de compostatge s'aconsegueix disminuir aproximadament un 50% la massa del fem o fracció sòlida abans de ser compostada, concentrant els nutrients i reduint-ne el cost de transport.

### 3.2.4. Ús agronòmic dels productes obtinguts

**El compost és el fertilitzant orgànic de Tipus 1** (relació C/N elevada) per excel·lència i, a diferència dels altres processos de tractament, el compostatge s'ha considerat històricament com a mètode per generar un producte de valor afegit més que no pas com una forma de tractar residus. El nou model d'**economia circular**, en què s'intenta minimitzar l'aprofitament de recursos amb el reaprofitament dels residus, obre una porta al compostatge, ja que s'obté un producte d'alta qualitat a partir d'una dejecció. L'explotació ramadera pot optar per realitzar una gestió agrícola del compost obtingut (amb les reduccions de volum i del contingut de nitrogen assolides en el procés) o bé posar-lo al mercat com un producte fertilitzant orgànic. En les zones d'elevada concentració ramadera, aquesta darrera possibilitat és una alternativa més que raonable que permet d'extreure nutrients del sistema i obrir noves vies de negoci.

Per posar el compost a la venda com a fertilitzant s'haurà de complir amb les condicions normatives establertes a escala estatal (Real Decret 506/2013 amb les seves modificacions). Algunes de les condicions que s'hi estableixen són garantir que es compleixen els requisits relatius als subproductes animals no destinats al consum humà (SANDACH) fixats per la Unió Europea (Reglament CE núm. 1069/2009, de 21 de octubre), així com la inscripció prèvia del producte al Registre de Productes Fertilitzants del Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació. Un pas previ a la inscripció del producte fertilitzant al Registre és l'obtenció de l'autorització i el codi SANDACH de l'explotació que realitza el compostatge. El procediment per obtenir l'autorització de l'activitat de compostatge en el marc agrari i el codi SANDACH necessari per a la inscripció del producte fertilitzant al Registre, es troba descrit a la web del DARP<sup>6</sup>.

6 DARP: <http://agricultura.gencat.cat/> (Inici > Àmbits d'actuació Ramaderia Dejeccions ramaderes > Tractament de dejeccions en origen > Compostatge).

**Taula 3.2.2.** Comparació dels paràmetres fisicoquímics de fems i gallinasses, i dels productes mitjanament (<6 mesos) i ben compostat (>6 mesos) fets a partir d'aquests. Per a cada paràmetre, s'indica el valor mitjà obtingut a partir de les mesures d'entre 3 i 45 granges diferents a Catalunya (Font: Arco i Romanyà, 2010).

Paràmetre	Fems de boví			Gallinassa		
	Fresc	Compostat (< 6 mesos)	Compostat (> 6 mesos)	Fresca	Compostat (< 6 mesos)	Compostat (> 6 mesos)
pH	8,56	8,04	8,00	5,81	–	8,28
CE (dS/m)	4,31	12,85	7,29	4,77	–	7,19
Matèria seca (%)	25,88	39,28	50,76	38,12	–	75,39
Matèria orgànica (%)	76,57	69,97	61,65	83,80	71,26	55,50
Nitrogen total (%)	2,49	2,30	2,84	4,90	2,78	2,59
Nitrogen orgànic (%)	1,99	2,37	2,53	3,91	–	2,44
Relació C/N	16,88	17,08	11,47	8,95	12,82	11,38
Fòsfor (%)	0,66	0,98	0,98	1,33	–	0,78
Potassi (%)	3,28	3,59	2,70	2,30	–	2,39
Coure (mg/kg)	52	54	78	46	–	77
Zenc (mg/kg)	195	359	327	247	–	468

Es considera que una granja realitza un compostatge en el marc agrari, i per tant no és un gestor de residus, sempre que no es barregin en el procés residus procedents d'activitats no agràries o dejeccions d'altres explotacions. No obstant això, la producció i utilització de compost dins de l'explotació ramadera està condicionada per l'elevada variabilitat en la seva composició, en funció de la durada del procés d'elaboració i dels materials de partida (Taula 3.2.2). La concentració de metalls, principalment el zenc i coure utilitzats com a additius nutricionals, poden condicionar la qualitat d'aquest compost i per tant el seu destí final.

### 3.2.5. Control de les emissions

L'acció del material estructurant és particularment crítica a l'inici del procés, quan la putrescibilitat de la matèria fresca és màxima i el consum d'oxigen pot superar les possibilitats de renovació de l'aire de la matèria en descomposició. En aquest cas, la formació de "bosses d'anaerobiosi" dins la massa compostant provoca problemes de males olors per l'emissió de compostos orgànics volàtils, amoníac i sulfur d'hidrogen. També es pot formar metà que, un cop alliberat a l'atmosfera, contribueix a l'efecte hivernacle. Si les condicions de manca d'oxigen són generalitzades, les temperatures quedaran limitades al rang mesòfil i el procés de compostatge es compromet. Per altra banda, el material estructurant permet incrementar la relació C/N vers a valors entre 30 i 40, rang que és adient per al procés, en comparació amb els valors d'entre 8 i 15 que es donen als fems frescos. Això evita que l'excés de nitrogen en relació al carboni s'emeti en fora de volatilització d'amoníac. A la Taula 3.2.3 es donen valors orientatius de la relació C/N per a les dejeccions ramaderes i per als diferents materials que poden ser utilitzats com a estructurant durant el procés del compostatge, així com l'equació per calcular la quantitat d'estructurant necessària per incrementar la relació C/N de la pila perquè el procés de compostatge sigui correcte.



**Taula 3.2.3.** Relació C/N de diferents materials orgànics utilitzats en el compostatge dins l'àmbit agrari (Font: Campos *et al.*, 2004), i equació per calcular la quantitat d'estructurant necessària per incrementar la relació C/N fins a un valor òptim pel procés, normalment entre 25 i 35.

Material	Relació C/N (g/g)
Fracció sòlida dels purins de porc	9
Fems de boví	18
Gallinassa	13
Palla	128
Serradures	511
Escorça de pi	723

#### Càlcul de la quantitat d'estructurant

$$E = \frac{A \left( \frac{C}{N_E} - \frac{C}{N_A} \right)}{\left( \frac{C}{N_B} - \frac{C}{N_E} \right)}$$

$A$  = Quantitat de les dejeccions sòlides a compostar.

$\frac{C}{N_A}$  = Relació C/N de les dejecció sòlida a compostar.

$\frac{C}{N_B}$  = Relació C/N de l'estructurant a afegir

$\frac{C}{N_E}$  = Relació C/N desitjada de la pila a compostar, un cop barrejada.

$E$  = Quantitat d'estructurant a afegir necessària.

### 3.2.6. Costos d'inversió i operació

Tenint en compte la gran varietat de configuracions amb les quals es pot dur a terme el procés del compostatge (Figura 3.2.2), els costos d'inversió d'aquesta tecnologia poden ser molt variables. No obstant això, a l'àmbit agrari s'acostuma fer compost en plantes obertes (sense coberts) on el principal cost directament relacionat amb la infraestructura és el formigonat de la solera on s'acumularà i manipularà el material compostant en forma de piles. S'estima que cada metre quadrat amb una pavimentació d'uns 15 cm de profunditat costa uns 20-30 €/m<sup>2</sup>. Per altra banda, caldrà disposar de la maquinària bàsica per dur a terme el procés de voltejat i transport dels materials, i que com a mínim consistirà en un tractor amb pala. Per a explotacions més grans, pot sortir a compte adquirir una màquina voltejadora amb presa de força connectada al tractor, equip que pot tenir un cost d'uns 50.000 €. En funció de si es disposa de material vegetal, per exemple restes de poda, per tal de preparar l'estructurant també serà necessari disposar d'una màquina trituradora (els equips amb presa de força al tractor tenen un cost que oscil·la entre els 6.000 € i els 9.000 €).

**Taula 3.2.4.** Exemple d'aplicació del procés de compostatge per a la gallinassa d'una granja de pollastres d'engreix.

#### **Dimensionament**

- La granja avícola en qüestió té 110.000 places (exemple B de la Taula 3.1), i cada any genera 935 tones de gallinassa que contenen un 71,89% de matèria seca i 19,51 kg de nitrogen total per tona.
- Es considera que la durada d'un cicle de compostatge per a aquests fems és, aproximadament, de sis mesos.
- La gallinassa generada cada tres mesos (234 tones, equivalents a uns 292 m<sup>3</sup> considerant una densitat de 0,8 t/m<sup>3</sup>) es va amuntegant en un lot de piles d'aproximadament 3 x 2 m d'amplada i alçada. La longitud total d'aquestes piles serà de 97 m i la superfície ocupada de 291 m<sup>2</sup>.
- Amb la informació de la Taula 3.2.3 es calcula la quantitat de palla que cal afegir a la gallinassa, que té una relació C/N de 13, per tal que la pila de compostatge tingui una relació C/N de 20. La quantitat anual necessària de palla és, doncs, d'unes 60 tones.
- El temps de compostatge de cada lot, un cop completats els 3 mesos inicials d'amuntegament, és de 3 mesos més. Això implica que cada any hi haurà quatre lots de piles en operació, i que sempre n'hi haurà dos en simultània. La superfície ocupada per les piles serà de 582 m<sup>2</sup>.
- Considerant que per facilitar l'accés de la maquinària es necessita un marge mínim de 3 metres entre pila i pila, la superfície a pavimentar serà d'uns 1.164 m<sup>2</sup> de superfície.

#### **Costos d'instal·lació**

- El cost de construcció de l'obra civil inclou únicament el pavimentat de la superfície (1.164 m<sup>2</sup>) que, a un cost de 30 €/m<sup>2</sup>, s'estimen en 34.920 € a amortitzar segons una vida útil de 20 anys.
- Per moure i processar els materials s'aprofitarà un tractor existent a l'explotació, però s'adquirirà una màquina voltejadora i una trituradora que tenen un cost de 56.000€, que inclou també el manteniment, amb una vida útil de 10 anys.

#### **Costos de consumibles**

- Per tal de fer funcionar la maquinària, cada any es consumeixen uns 1.000 litres de gasoil agrícola, que a un cost de 0,90 €/L representen uns 900€.
- Tenint en compte que cada tona de palla té un cost de 75€, la despesa anual d'adquirir 60 tones de palla com a material estructurant serà de 4.500€.

#### **Beneficis de la venda**

- Finalment, s'obtindran unes 470 tones per any d'un compost (reducció massica de prop del 50%) que contindrà uns 33 kg de nitrogen per tona (pèrdues per volatilització del 15%), i que es vendrà als agricultors de la zona a un preu de 20 € per tona. El benefici obtingut serà de 8.600 € per any.

#### **Cost unitari del tractament**

- El cost anual equivalent de compostar una tona de gallinassa, considerant una taxa d'interès del capital del 3%, serà de 6,11 €. El cost de cada quilo de nitrogen recuperat amb el compost serà doncs de 0,31 €. Sense les vendes del compost, el cost de tractament pujaria fins a 15,31 € per tona tractada, i el de recuperació del nitrogen fins a 0,78 € per kg.




**Taula resum del balanç econòmic**

Concepte	Costos (€)		Ingressos (€)
	Total	CAE	
Obra civil	34.920	2.347	
Maquinària	56.000	6.565	
Funcionament	-	5.400	
<b>Costos totals</b>	<b>90.920</b>	<b>14.312</b>	
<b>Venda del compost</b>			<b>9.950</b>
Balanç anual (€/any)			4.362
Cost unitari de tractament (€/t)			4,67
Cost del compost (€/t)			8,77
Cost del nitrogen gestionat (€/kg N)			0,24
Cost del fòsfor gestionat (€/kg P)			0,47

<sup>a</sup> Cost anual equivalent.

Pel que fa als costos d'operació, la principal despesa ve donada pel consum de combustible per part de la maquinària i del material estructurant per equilibrar la relació C/N. En comparació amb les altres tecnologies, les plantes de compostatge obertes amb volteig es caracteritzen per tenir uns costos d'inversió relativament baixos però, en canvi, els costos d'operació són relativament elevats pel que fa a la mà d'obra. A mode orientatiu, s'estima que per apilar 100 tones de material a compostar cal aproximadament 1 hora de feina, mentre que per completar un volteig amb aquesta quantitat cal dedicar-hi uns 30 minuts. El compostatge en piles estàtiques comporta l'estalvi dels voltejos i, consegüentment, d'una part important de la mà d'obra, que pot suposar una reducció en els costos d'operació del procés de fins a un 40%. En l'àmbit agrari, i encara que també hi ha un gran potencial per a compostar la fracció sòlida dels purins i el digerit provinent de la digestió anaeròbia de dejeccions, el procés de compostatge s'utilitza principalment per tractar la gallinassa i els fems provinents de les granges avícoles i de vacum. A les Taules 3.2.4 i 3.2.5 es presenten exemples dels costos del compostatge a dues granges típiques de pollastres i vedells d'engreix. Aquests dos casos reflecteixen la diversitat de resultats que es poden obtenir en el compte d'explotació de la planta, que van des d'una despesa anual fins a un benefici net, en funció de la inversió en infraestructura i el preu de venda del compost obtingut.

**Taula 3.2.5.** Exemple d'aplicació del procés de compostatge pels fems d'una granja de vedells d'engreix.

#### Dimensionament

- La granja en qüestió té 850 vedells (exemple C de la Taula 3.1), i cada any genera 1.700 tones de fems que contenen un 34,42% de matèria seca i 11,15 kg de nitrogen total per tona.
- Es considera que la durada d'un cicle de compostatge per a aquests fems és, aproximadament, de quatre mesos.
- Durant cada cicle de compostatge es generaran 425 tones de fems (equivalents a un volum de 531 m<sup>3</sup>, considerant una densitat de 0,8 t/m<sup>3</sup>), que es van amuntegant en piles de secció triangular d'aproximadament 3 x 2 m d'amplada i alçada. La longitud total d'aquestes piles serà doncs d'uns 180 m i ocuparan una àrea de 540 m<sup>2</sup>.
- Considerant que per facilitar l'accés de la maquinària es necessita un marge mínim de 3 metres entre pila i pila, la superfície total de la planta de compostatge haurà de ser el doble de l'ocupada per les piles, és a dir, d'uns 1.080 m<sup>2</sup>.
- Pel que fa a les necessitats màximes d'aeració, s'ha considerat que caldrà 1 m<sup>3</sup> d'aire per cada quilo de matèria orgànica i dia, durant la fase de biodegradació que durarà aproximadament un mes. Les 425 tones de fems contenen unes 110 tones de matèria orgànica (Taula 3.1), motiu pel qual serà necessari impulsar diàriament un volum de 165.000 m<sup>3</sup> d'aire.

#### Costos d'instal·lació

- El cost de construcció de l'obra civil inclou únicament el pavimentat de la superfície (1.080 m<sup>2</sup>) que, a un cost de 30 €/m<sup>2</sup>, s'estimen en 32.400 € a amortitzar en 20 anys.
- S'instal·larà un sistema d'aeració consistent en tubs perforats i una bomba d'impulsió d'aire amb una capacitat de 5.000 m<sup>3</sup>/h (40 kW de potència). Aquest sistema té un cost de 32.000€ que s'amortitzarà en 10 anys.
- Per moure i processar els materials s'aprofitarà un tractor existent a l'explotació.

#### Costos de consumibles

- El temps de funcionament del sistema d'aeració durant la fase de biodegradació (primer mes) cada lot serà de 660 hores i es consumiran 2.640 kWh de potència elèctrica. Tenint en compte que cada any es tractaran 3 lots, en total el consum elèctric del sistema d'aeració forçada serà d'uns 1.188 kWh. Si prenem com a referència un cost mitjà del kWh de 0,125 €), això representa una despesa anual de 3.300 €.
- Per tal de fer funcionar la maquinària, cada any es consumeixen uns 800 litres de gasoil agrícola, que a un cost de 0,90 €/L, representen uns 810 €.
- La palla continguda en els fems provinent del llit dels animals aporta l'efecte estructurant necessari i equilibra la relació C/N, de forma que no cal afegir-hi material addicional.

#### Beneficis de la venda

- Finalment, s'obtindran unes 850 tones per any d'un compost (reducció massica de prop del 50%) que contindrà uns 19 kg de nitrogen per tona (pèrdues per volatilització del 15%), i que es vendrà als agricultors de la zona a un preu de 16 € per tona. El benefici obtingut serà de 13.600 € per any.

#### Cost unitari del tractament

- En aquest cas, la venda del compost produït produirà un retorn de la inversió realitzada, amb un benefici net de 2.09 € per cada tona de fems tractada. El benefici net per cada quilo de nitrogen recuperat amb el compost serà de 0,333 €. Sense les vendes del compost el cost de tractament pujaria fins a 5,91€ per tona tractada, i el de recuperació del nitrogen fins a 0,528 € per cada quilo d'aquest nutrient present al compost.


**Taula resum del balanç econòmic**

Concepte	Costos (€)		Ingrés (€)
	Total	CAE <sup>a</sup>	
Obra civil	32.400	2.178	
Maquinària	32.000	3.751	
Funcionament	-	4.110	
<b>Costos totals</b>	<b>64.400</b>	<b>10.039</b>	
<b>Venda del compost</b>			<b>13.600</b>
Balanç anual (€/any)		-3.561	
Cost unitari de tractament (€/t)		-2,09	
Cost del compost (€/t)		-4,19	
Cost del nitrogen gestionat (€/kg N)		-0,33	
Cost del fòsfor gestionat (€/kg P)		-0,55	

<sup>a</sup> Cost anual equivalent.