

3. PLANTAS DE BIOGÁS PARA O APROVEITA-MENTO DA FRACCIÓN ORGÁNICA DO LIXO

Manuel Soto Castiñeira

3.1. INTRODUCCIÓN

A dixestión anaerobia constitúe outra outra posibilidade de tratamento biolóxico dos residuos orgánicos e, a diferenza da compostaxe convencional, ten lugar en ausencia de osíxeno. O proceso é moi similar ao de compostaxe aerobia, por canto o seu produto é tamén un compost, que se pode madurar someténdoo a unha última fase aerobia. Ademais, obtense biogás, unha mestura de metano e outros gases, que se utiliza como combustíbel en plantas de coxeración. Parte deste biogás utilízase para satisfacer as necesidades enerxéticas das propias instalacións (20-40% do biogás producido), ficando unha produción neta de electricidade de 100-150 kwh por tonelada de materia orgánica do lixo.

Esta alternativa de revalorización enerxética non supón os problemas de contaminación ambiental que se achacan á incineración, ao tempo que seguimos conservando os nutrientes e a materia orgánica estabilizada presentes no compost producido, resultando ademais compatíbel coa reciclaxe do papel e dos plásticos.

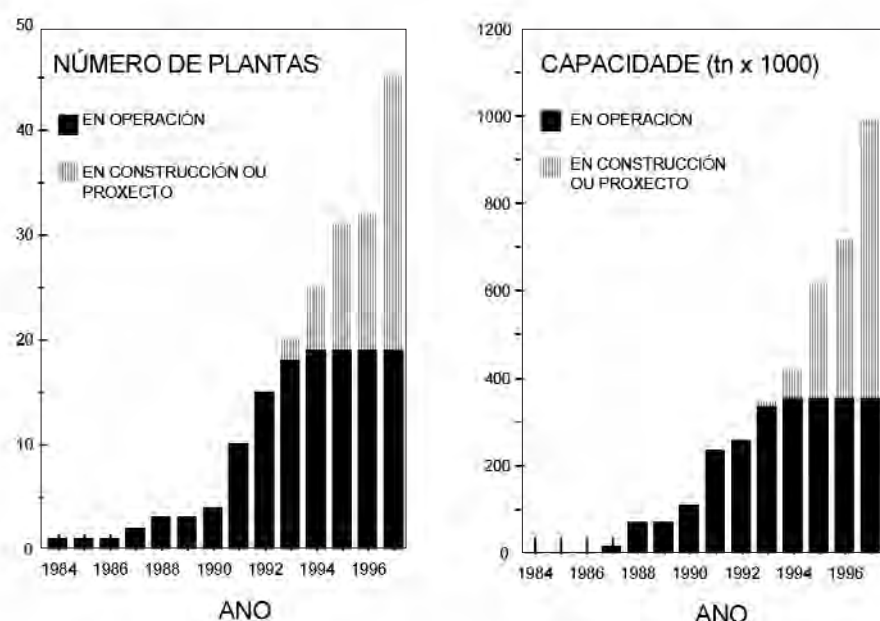


Figura 3.1. Evolución da aplicación da dixestión anaerobia á compostaxe da fracción orgánica do lixo.

Aínda que a dixestión anaerobia ten sido utilizada desde moi antigo, a modo de exemplo polas civilización asiáticas e centroamericanas, na súa forma de tecnoloxía avanzada é de moi recente implantación, achándose aínda nunha fase inicial (figura 3.1)¹. As primeiras realizacións leváronse a cabo a mediados da década dos 80. En 1993 estaban en funcionamento entornó á 20 instalacións, que tratan unhas

400.000 tn de materia orgánica. Para 1997 prevíase duplicar tanto o número de plantas como a súa capacidade, que se acercaría ao millón de tn de materia orgánica, o equivalente a 2 veces ao lixo galego. Esta tecnoloxía foi incorporada recentemente ao proxecto do Concello de A Coruña, e tamén ao plan da Entidade Metropolitana de Barcelona.

O lixo pode someterse a este tratamento de forma conxunta, aínda que entón o compost resultante é dunha calidade, en canto a presenza de contaminantes químicos, mais que dubidosa para a súa utilización na agricultura. A separación mecánica da fracción orgánica en planta tampouco garante unha boa calidade de compost. Débese proceder entón á recollida selectiva en orixe, separando a materia orgánica fermentábel do resto, se se pretende elaborar un compost da mellor calidade.

3.2. A TECNOLOXÍA ANAEROBIA PARA O TRATAMENTO DA FRACCIÓN ORGÁNICA DOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

A dixestión anaerobia aparece coma un proceso racional para tratar directamente a fracción putrescibel dos RSU, especialmente cando contén un elevado grao de humidade, ou cando hai escaseza de material estruturante necesario para a compostaxe aerobia. Isto débese a que a humidade é favorábel para a actuación das bacterias anaerobias, sen que neste caso orixine dificultades á transferencia de osíxeno, pois non se precisa aireación.

En relación coa clasificación das tecnoloxías aerobias de compostaxe (capítulo anterior deste caderno) podemos salientar que a dixestión anaerobia realízase sempre en sistemas pechados, debido á necesidade de recuperar o biogás que se produce, tanto por razóns económicas do seu aproveitamento como ambientais, e tamén debido á necesidade de evitar a saída de cheiros ao exterior. Empréganse sempre uns dispositivos denominados biorreactores ou, máis comunmente, dixestores anaerobios. Estes dixestores poden ser estáticos ou dinámicos. Porén, a clasificación que máis interesa é aquela que divide os procesos en secos, semisecos e húmidos.

Considérase dixestión anaerobia seca cando o contido en sólidos totais no interior do reactor está no rango do 30-35%, é dicir, cando a porcentaxe de humidade se sitúa no 65-70%. Os procesos semisecos son os que teñen lugar a concentracións de sólidos próximas ao 20% e os procesos húmidos con concentracións inferiores ao 8% de sólidos totais. A tecnoloxía de dixestión anaerobia mediante os chamados procesos húmidos está máis desenrolada, e coincide coa que se aplica no tratamento de augas residuais de alta concentración. No caso da fracción orgánica do lixo, a humidade pode situarse próxima ao 70%, polo que os procesos secos serían de aplicación directa, mentres que para a aplicación dos procesos húmidos requírese a dilución desta fracción orgánica con auga. A cantidade de auga a engadir será inferior, naturalmente, cando o propio residuo conteña máis auga, como ocorre no caso de restos de comidas e residuos de restaurantes e mercados. Xeralmente, esta auga retírase despois e recircúlase, non sendo necesaria a utilización neta de auga fresca.

O tratamento anaerobio produce un residuo orgánico estabilizado a unha velocidade superior á do tratamento convencional da compostaxe. Pero o produto obtido aínda presenta problemas para o seu destino máis evidente, o agrícola, polo que require dun tratamento final de compostaxe aerobia. Estes problemas céntranse no carácter fitotóxico do residuo orgánico obtido, a presenza de microorganismos



patóxenos (no caso de que o proceso anaerobio non se realizara a temperaturas termofílicas), un relativamente pobre valor fertilizante (valores de NPK baixos), un alto contido de humidade que fai antieconómico o seu transporte, e unha posíbel incidencia na contaminación das augas subálbeas cando se aplica na agricultura. A solución para reducir estes problemas é precisamente a compostaxe aerobia desta fracción, con un tratamento de baixa intensidade similar ao que se considera a segunda etapa de compostaxe ou maduración do compost. É común, por tanto, que exista un tratamento en dúas etapas: primeiro unha etapa de dixestión anaerobia con obtención de biogás, e despois unha etapa de maduración aerobia, segundo podemos apreciar no esquema da figura 3.2.

As plantas de dixestión anaerobia requiren unha serie de etapas para acondicionar os residuos e o propio efluente do dixestor²:

- a) Unha sección inicial de selección, para o caso de que os RSU non estean seleccionados en orixe.
- b) Unha sección de acondicionamento do residuo a tratar (redución do tamaño, eliminación de elementos improprios, mestura con líquido ou sólido recirculado, etcétera.).
- c) Unha sección de biogásificación (con un ou dous reactores).
- d) Unha sección de separación mecánica da auga do efluente do reactor.
- e) Unha sección de tratamento da auga residual.
- f) Unha sección de acondicionamento final dos sólidos (compostaxe).
- g) Unha sección de coxeración.
- h) Unha sección de tratamento do ar de compostaxe (biofiltro).

A planta entra a fracción orgánica dos RSU e saen a fracción de improprios, compost, auga residual, enerxía eléctrica e tamén enerxía térmica. As cantidades totais destes produtos dependen principalmente do tipo de FORSU máis que do proceso ou tecnoloxía en si. Claro que, á maior humidade da FORSU, maior cantidade de auga residual se producirá por tonelada tratada, así como menor cantidade de electricidade.

3.3. ETAPAS DO PROCESO DE BIOMETANIZACIÓN.

A continuación descríbense cun maior detalle as etapas que constitúen o proceso de dixestión.

- a) Sección inicial de selección. Os residuos son descargados nunha fosa de recepción, desde onde son transportador a unha liña de separación mediante unha peneira rotatoria (normalmente de 50 a 80 mm). Seguidamente atravesan un separador magnético. O tamaño das partículas de fracción orgánica redúcese, por exemplo, mediante muíños rotatorios, xirando a baixa velocidade. O material triturado lévase a uns depósitos de dosificación para ser alimentado xeralmente a un separador-homoxeneizador.
- b) Sección de acondicionamento do residuo a tratar. Neste dispositivo, xeralmente equipado cun parafuso triturador, a fracción máis pesada (refugallos



A compostaxe anaerobia é unha tecnoloxía máis complexa

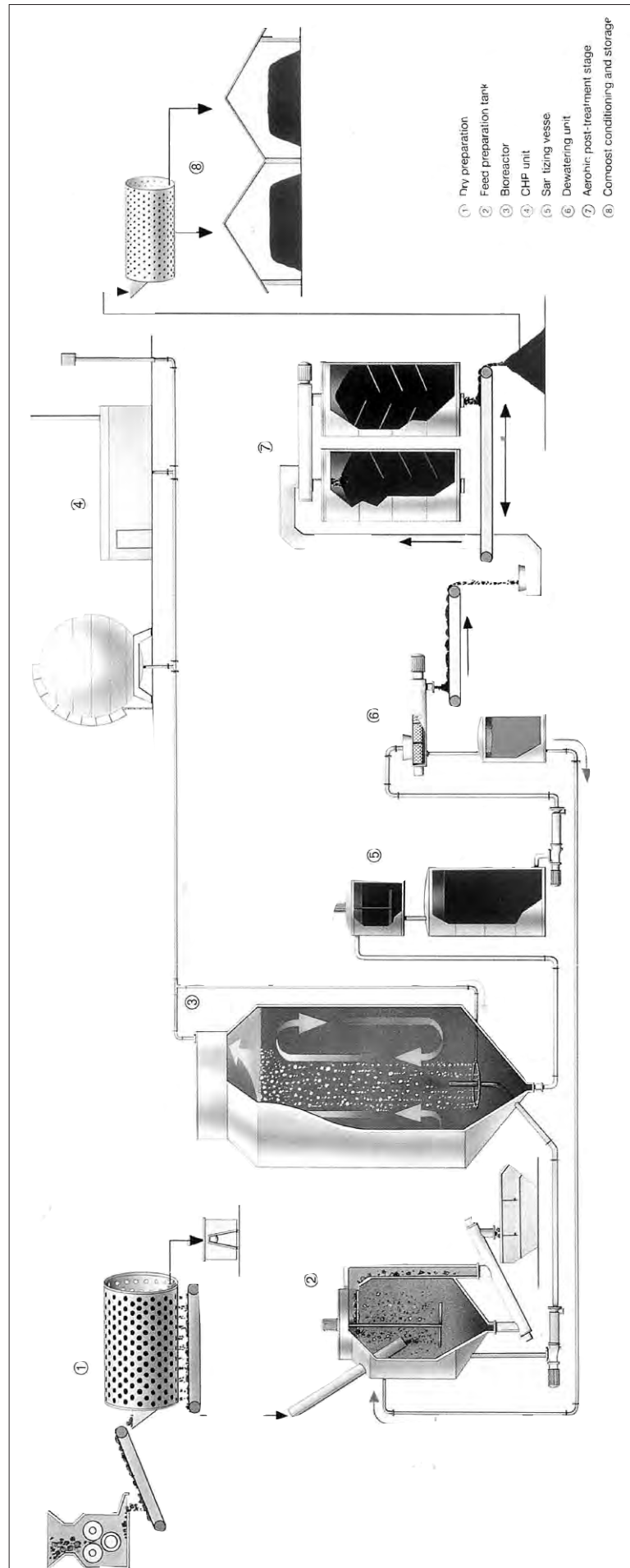


Figura 3.2. Esquema do proceso de compostaxe por dixestión anaerobia (proceso húmido): 1) Cribado superior do mezclador-separador (a materia orgánica mestúrase con auga para diluíla; pola parte superior do mezclador sepáranse elementos flotantes e pola inferior elementos pesados); 3) dixestor anaerobio (xérase biogás, que se recircula para mellorar a axitación; 4) planta de coxeración; 5) depósitos de pasteurización; 6) separación de auga; 7) etapa de compostaxe aerobia; 8) Preparación do produto e almacenamento. Este esquema corresponde á empresa Wabio, cuxa tecnoloxía foi adquirida para a planta en construción no concello da Coruña, aínda que proceso de dixestión deste concello presenta algunhas diferenzas con respecto ao esquema aquí mostrado.

metálicos, pedras, vidros, cerámicas, etc) fica depositada no fondo e retírase mediante un rañador (scraper). Previamente, ao depósito de mestura engádeselle auga recirculada e auga fresca preaquecidas á temperatura do proceso, para alcanzar un determinado contido de sólidos totais no reactor, que pode ser variábel entre o 6% e o 22% máis ou menos en función da tecnoloxía, no caso dos procesos húmidos e semisecos. No caso dos chamados procesos secos, as porcentaxes de sólidos totais pode atinxir o 35%, e xeralmente non é preciso engadir auga. Antes de bombear a suspensión ao bioreactor, elimínanse as materias lixeiras que flotan.

- c) Sección de biogasificación. Segundo a tecnoloxía e o residuo, a mestura pode pasar previamente por un hidrolizador (tempo de resistencia breve, da orde dun día) ou ben ser alimentada directamente ao biorreactor. O biorreactor ten un deseño especial dependendo da tecnoloxía. Algunhas utilizan axitación por presurización do biogás producido, o que provoca un grao suficiente de mestura no seu interior. Outros utilizan sistemas mecánicos. Nos procesos secos non se emprega axitación mecánica.
- d) Sección de separación mecánica da auga do efluente do reactor. A suspensión orgánica sae do dixestor e atravesa un dispositivo para acadar a separación líquido-sólido (centrífuga, filtro prensa, parafuso prensa, etcétera.). A fracción sólida cun 30-35% de sólidos totais (ST) retírase e envíase á sección de compostaxe. A fracción líquida transpórtase a un tanque de almacenamento. Os procesos secos non requiren estas operacións.
- e) Sección de tratamento da auga residual. Parte desta auga é utilizada no proceso de dilución da materia orgánica previo á dixestión, e o resto vai á depuradora, onde debe alcanzar a calidade requirida para descarga na cloaca ou nos leitos naturais.
- f) Sección de acondicionamento final dos sólidos. Nalgúns procesos a fracción sólida deshidrátase ulteriormente ata un contido en sólidos do 35-45%. A continuación, é enviada á sección de compostaxe durante 8 ou 15 días. Finalmente, vai a unha área cuberta onde o compost madura durante 2 a 4 semanas.
- g) Sección de coxeración. O gas producido vai á unidade de coxeración onde se produce calor (para o proceso) e electricidade. Esta é utilizada na planta (aproximadamente un 30%) e o resto véndese á compañía eléctrica.
- h) Sección de tratamento do ar da compostaxe. O ar da sección de compostaxe e o da sección de recepción e selección de residuos atravesan un biofiltro que evita os cheiros molestos.

3.4. RENDEMENTOS QUE SE OBTENÉN

Os rendementos que se obteñen nun proceso de biodixestión dependen fundamentalmente da composición dos residuos e do sistema de separación empregado. Mostras de materia orgánica obtida da separación en destino de residuos sólidos urbanos (eliminación de plástico, metais, vidro e outros inertes) presentan un potencial de metanización duns $0,20 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg SV}$ engadidos, o que significa que algo máis do 50% dos sólidos volátiles son eliminados durante o proceso de dixestión anaerobia e recuperados como metano no biogás. Os restos de hortalizas, comidas e papel alimentario tamén presenta elevadas producións de biogás, podéndose eliminar con este proceso ata o 90% dos sólidos biodegradabeis. Entre os residuos de xardín, as cantidades maiores de metano obtéñense das fraccións de herba (ata $0,21 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg SV}$), mentres que residuos mesturados, onde entran outras fraccións



máis leñosas, ofrecen potenciais de metanización inferiores (da orden de $0,14 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg SV}$). O papel que vai coa materia orgánica tamén se pode degradar e converter en biogás, con elevados potenciais de produción de metano no caso de papeis constituídos maioritariamente por celulosa (ata $0,37 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg SV}$), mentres que no caso do papel de prensa o rendemento pode ser inferior a $0,1 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg SV}^4$.

Un segundo nivel de influencia reside no tipo de reactor e modo de operación do mesmo. A táboa 3.1 resume os resultados dalgúns traballos de dixestión anaerobia citados na bibliografía².

Táboa 3.1. Algúns traballos de dixestión citados na bibliografía científica²

Experiencia	1	2	3	4(*)	5
Temperatura, °C	50/60	55	60	55	55
Sólidos totais no residuo alimentado, %	15/20	35	30	16	22
Tempo de retención hidráulica, d	18/21	10	9	12	8
Velocidade de carga orgánica, kgSVT/m ³	10/13	16.5	19	7	14
Velocidade de produción de gas, m ³ /m ³ d	5/8	5.6	6.5/8	2.8	4.1
Producción específica de biogás, m ³ /kgSVT	0.5/0.6	0.34	0.3956	0.41	0.30
Composición do biogás, % CH ₄	55	60		62	53

1 Bélxica/DRANCO. De Wilde *et al.* (1989). 2 Francia/Marsella. Marty *et al.* (1986). 3 Francia/Valorga. Begouen *et al.* (1988). 4 Italia/Venecia. Cecchi *et al.* (1989). 5 Italia/Venecia. Cecchi *et al.* (1989). (*) RS-FORSU precompostada. SVT: Sólidos volátiles totais.

3.5. CONSIDERACIÓNS FINAIS

O panorama actual da dixestión anaerobia é o dunha tecnoloxía madura en crecente expansión. A opción de biometanización é especialmente rendíbel cando se tratan residuos cunha humidade alta (restaurantes, mercados, etcétera.), e cando non se dispón de material estruturante. Por outro lado, un balanço enerxético claramente favorábel en relación ao proceso convencional de compostaxe aerobia é a principal vantaxe desta tecnoloxía, que ao tempo constitúe a mesma opción de reciclaxe da materia orgánica.

Na situación actual, as inversións necesarias para a instalación de plantas deste tipo sitúanse un 10-30% por riba das necesarias para unha instalación de compostaxe aerobia da mesma capacidade equivalente. A dixestión anaerobia pode aplicarse tamén de forma descentralizada, en pequenos dixestores de capacidade unifamiliar, que poden aportar biogás para diferentes usos domésticos.

3.6. REFERENCIAS

1. Biogás from municipal solid waste. Overview of systems and markets for anaerobic digestion of MSW. IEA Bioenergy Agreement, 1994.
2. Plantas de biogás para o aproveitamento da fracción orgánica dos RSU. J. Mata. Xornadas Científico-Técnicas de Xestión dos RSU, Universidade da Coruña, Sta. Cruz de Oleiros, xullo 1997.
3. BioMeta 97. Jornadas sobre la aplicación de la digestión anaerobia al tratamiento de la fracción orgánica de los RSU. Universidad de Barcelona. Barcelona, octubre 1997.
4. Biochemical methane potential of municipal solid waste (MSW) components. J.M. Owens e D.P. Chynoweth. Wat. Sci. Tech., Vol. 27, N° 2, páx. 1-14, 1993.

