

Treball de recerca

El Biogàs

Energia alternativa i opció
mediambiental

Pau Pladevall Gelonch

1er de Batxillerat

Taradell, 16 de maig 2012

Agraïments

Aquest treball no hagués estat possible sense la col·laboració i ajuda de diferents persones, entre elles:

- **Marta Juvanteny:** tutora del treball, per l'ajuda amb l'estructuració del treball i en l'orientació d'aquest.
- **Anna Riera:** agència local d'energia d'Osona (Consell Comarcal d'Osona), per els contactes que m'ha proporcionat.
- **Antoni Deseuras:** propietari de l'empresa Selecció Deseuras SL, per la informació que m'ha facilitat.
- **Família Morera Colom:** per l'interès mostrat i les facilitats que m'han donat per accedir al món ramader.
- **Valentí Muñoz:** propietari de Valentí Muñoz SL i col·laborador de Bag Manure Digestor, per l'atenció i informació que m'ha proporcionat.
- **Rosa M^a Gelonch:** la meua mare, per l'ajuda a aconseguir els contactes i les visites.

Índex

0. Introducció-----	pàg. 6
1. La problemàtica de la gestió de purins-----	pàg. 8
1.1 Definició-----	pàg. 8
1.2 Composició del purí-----	pàg. 8
1.3 Quantitat de purins generats a Catalunya-----	pàg. 10
1.4 Localització de la producció de purins a Catalunya-----	pàg. 11
1.5 El purí excedent-----	pàg. 12
1.6 Efectes ambientals-----	pàg. 12
1.6.1 Efectes ambientals negatius d'una mala gestió -----	pàg. 12
1.6.2 Efectes ambientals positius per una bona gestió-----	pàg. 13
1.7 Destinació actual dels purins a Catalunya-----	pàg. 13
1.8 Tractaments aplicables per la gestió de purins-----	pàg. 14
2. Actualitat en el sector del biogàs-----	pàg. 19
2.1 A la Unió Europea-----	pàg. 19
2.1.1 Alemanya-----	pàg. 20
2.1.2 Dinamarca i Àustria-----	pàg. 21
2.2 A Espanya-----	pàg. 22
3. Tractament per l'obtenció d'energia a partir de purins per digestió anaeròbia-----	pàg. 23
3.1 Digestió anaeròbia-----	pàg. 23
3.2 Biogàs-----	pàg. 24
3.2.1 Composició-----	pàg. 24
3.2.2 Com s'aprofita-----	pàg. 25

3.2.3 D'on s'obté-----	pàg. 25
3.2.4 Avantatges i inconvenients de l'obtenció de biogàs-----	pàg. 26
3.3 La cogeneració-----	pàg. 27
3.4 Introducció a la cogeneració utilitzant biogàs de digestor-----	pàg. 28
3.4.1 Paràmetres que influeixen en la producció de biogàs- -	pàg. 29
3.4.2 Descripció del procés-----	pàg. 30
3.5 Parts de la instal·lació-----	pàg. 33
3.5.1 Digestor anaerobi-----	pàg. 33
3.5.2 Sistemes d'agitació o homogeneïtzació-----	pàg. 35
3.5.3 Dipòsit de premescla-----	pàg. 36
3.5.4 Pasteuritzador-----	pàg. 36
3.5.5 Emmagatzematge i aprofitament del biogàs -----	pàg. 36
3.5.6 Tractament de gas-----	pàg. 37
3.5.6.1 Compressor-----	pàg. 37
3.5.7 Vàlvula de seguretat i torxa-----	pàg. 37
3.5.8 Caldera o motor de cogeneració-----	pàg. 38
3.6 Venda d'electricitat a la xarxa-----	pàg. 39
4. Exemplificació del procés, “El Pujolar”-----	pàg. 41
4.1 Situació-----	pàg. 41
4.2 Activitat-----	pàg. 41
4.3 Bag Manure Digestor (Nilam)-----	pàg. 42
4.3.1 Patent del sistema d'agitació-----	pàg. 43
4.4 Sistema de digestió anaeròbia del Pujolar-----	pàg. 44
4.4.1 Parts de la instal·lació-----	pàg. 45

5. Conclusions----- pàg. 50

6. Referències bibliogràfiques----- pàg. 51

7. Annexos----- pàg. 53

 7.1 Annex 1----- pàg. 53

0. Introducció

Aquest treball va estar inspirat per un programa del 30 minuts on explicaven molt breument com una granja d'Àustria s'autoabastia de calefacció utilitzant la digestió anaeròbia. Buscant informació, al veure que era una energia renovable que es podia aplicar per reduir la contaminació dels residus urbans i rurals (sobretot purins, ja que a Osona en tenim molt d'excedent), vaig escollir el tema.

L'objectiu de partida era conèixer el funcionament d'una planta de digestió anaeròbia, la rendibilitat que representa per una granja i els avantatges que presenta per el tractament de purins.

El treball té tres parts diferenciades, la primera és l'explicació de la problemàtica de la gestió de purins, la segona explica el procés de digestió anaeròbia i com és una instal·lació d'aquest tipus i per últim s'exemplifica el tractament de digestió anaeròbia aplicat a purins en una explotació porcina d'Osona.

Per la recerca d'informació s'ha utilitzat documents i estudis publicats on-line, reglamentació aplicable i alguns documentals que expliquen la gestió de purins i el tractament de digestió anaeròbia, per la part de l'exemplificació del procés s'ha portat a terme una visita a la granja en qüestió i una entrevista al propietari de l'empresa que ha dissenyat i construït la planta.

El problema principal amb el que m'he trobat és que ha estat molt difícil trobar una granja aquí Osona on fessin digestió anaeròbia i amb la possibilitat de visitar-la. També ha resultat difícil entendre el funcionament de la compra venda de l'electricitat produïda a la xarxa.

Les etapes que s'han seguit per la realització d'aquest treball són, en primer lloc la recerca de la problemàtica mediambiental que comporta un excedent de purins i una mala gestió d'aquests, en segon lloc l'actualitat en el món del biogàs i el funcionament d'una planta de digestió anaeròbia, per aquesta part, a part d'internet, es va realitzar una entrevista a Antoni Deseuras (president de la Fundació Osona Porcí, i propietari de l'empresa Selecció Deseuras SL). Per l'última etapa del treball, la exemplificació del procés, es va realitzar una visita a la granja "El Pujolar" i una entrevista al propietari de l'empresa, que va portar a terme el projecte.

1. La problemàtica de la gestió de purins

Aquest primer apartat, tracta sobre la problemàtica que comporta la gran quantitat de purins que es generen a Catalunya i la dificultat de la seva correcta aplicació per la gran quantitat i la seva naturalesa líquida. També s'introdueixen alguns tractaments per tal d'aconseguir energia a partir d'aquests i reduir-ne la part contaminant (nitrats, amoníac...)

1. 1 Definició de purí

S'entén per purí porcí la mescla de les dejeccions del bestiar porcí. Aquests són líquids com a resultat del tipus d'alimentació (continguts energètics i protèics elevats), el menjar que pugui caure a terra, l'aigua dels abeuradors i de refrigeració i a vegades també s'hi suma l'aigua de la pluja.

Per tant els continguts d'aigua del purí són elevats (aproximadament 90%), però per la pròpia definició de purí veiem que les característiques del purí són molt variables.

1.2 Composició del purí

La composició del purí és molt variable ja que depèn de molts factors, tipus d'abeuradors i el seu manteniment, contingut de proteïna bruta i de sals del pinso, el sistema de neteja, sistema de la canalització d'aigua de pluja, sistema de refrigeració, evaporació en funció de l'època de l'any, sistema d'emmagatzematge del purí (fossa o en bassa), etc. El resultat evident és una gran variabilitat.

Un dels components principals i que és el més problemàtic per qüestions mediambientals és el nitrogen ja que és molt soluble i s'utilitza molt com a adob sense bons criteris en els càlculs de les dosis d'adobat. Per tant, l'abocament de residus amb concentracions altes de nitrats en zones freàtiques pot contaminar els aqüífers de la zona (aquest procés molts cops és irreversible ja que costa molt detectar-lo i quan es detecta sol ser massa tard). La magnitud del problema dependrà de les dimensions de la zona afectada, la quantitat de contaminant, la seva solubilitat, toxicitat i densitat i la composició mineral i les característiques hidrològiques del terreny.

S'han establert uns valors per calcular la mitjana del nitrogen produït segons la quantitat de purí generat, establertes segons la fase productiva en que es troba el bestiar.

Tipus de bestiar i fase productiva kg N/m³	
Truja amb garrins fins a deslletament (0-6 kg)	2,94
Truja amb garrins fins a 20kg	2,94
Truja de reposició	3,40
Garrins de 6-20kg	2,90
Porc d'engreix (20-50 kg)	3,33
Porc d'engreix (50-100 kg)	3,40
Porc d'engreix (20-100 kg)	3,37
Verro	2,94

Taula 1. Concentració de nitrogen en els purins que s'obté dividint els valors normatius d'excreció de nitrogen pel volum de purí generat. Font: Teira, MR (2008)

1. 3 Quantitat de purins generats a Catalunya

Per tal de fer una aproximació de la quantitat de purins que genera una granja, segons el nombre de bestiar porcí que tingui censat, s'han establert uns valors segons el tipus de porc i la fase productiva en que es troba (engreix, semental, gestació...) amb el qual es pot fer un càlcul aproximat del nombre de purins que produeix una granja, aquí la taula on apareixen aquests valors.

m³ de purí generats/plaça i any			
	Mitjana	Mínim	Màxim
Engreix	1,54	0,65	2,50
Semental	3,66	1,94	6,12
Gestació	4,17	1,53	5,88
Reposició	3,27	2,50	3,65
Transició	0,47	0,33	0,59
Lactació	4,49	3,00	5,75
Cicle tancat	17,75		

Taula 2. Quantitat de purí generada (m³/plaça i any) pel bestiar porcí en les diferents fases productives. Teira, MR (2008)

En funció de la taula 1 i de la quantitat de bestiar porcí que es declara s'estableix la quantitat de purins que es generen a Catalunya.

En qualsevol cas, segons *l'Informe CADS per a la millora de la gestió dels purins porcins a Catalunya*, es considera que és d'uns 16.000.000 m³ de purí a l'any, que contenen uns 55.000.000 kg de nitrogen. S'ha estimat que a Catalunya es produeixen unes 120.000 tones de nitrogen d'origen ramader. El 43% d'aquesta producció de nitrogen prové de la ramaderia porcina (uns 51.600.000 kg/N).

1. 4 Localització de la producció de purins a Catalunya

Osona és una de les comarques on més purins és generen de Catalunya juntament amb la Noguera i el Segrià. En les figures 1 i 2 es reflecteix aquesta producció, la qual està per sobre de 750.000 m³ de purins cada any.

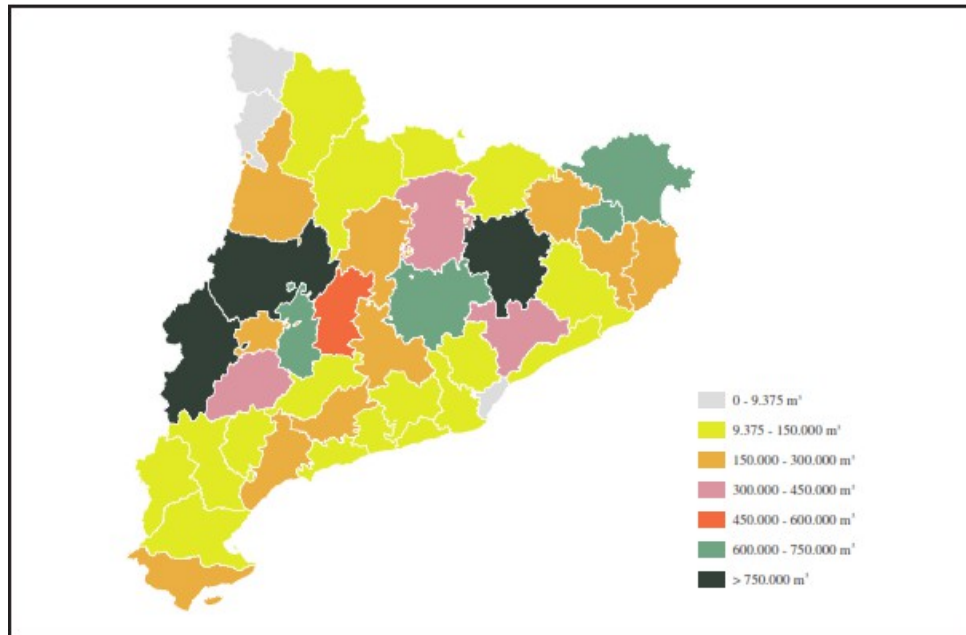


Figura 1. Quantitat de purins generats per comarca a Catalunya l'any 2001. Font: Teira, MR. (2008)

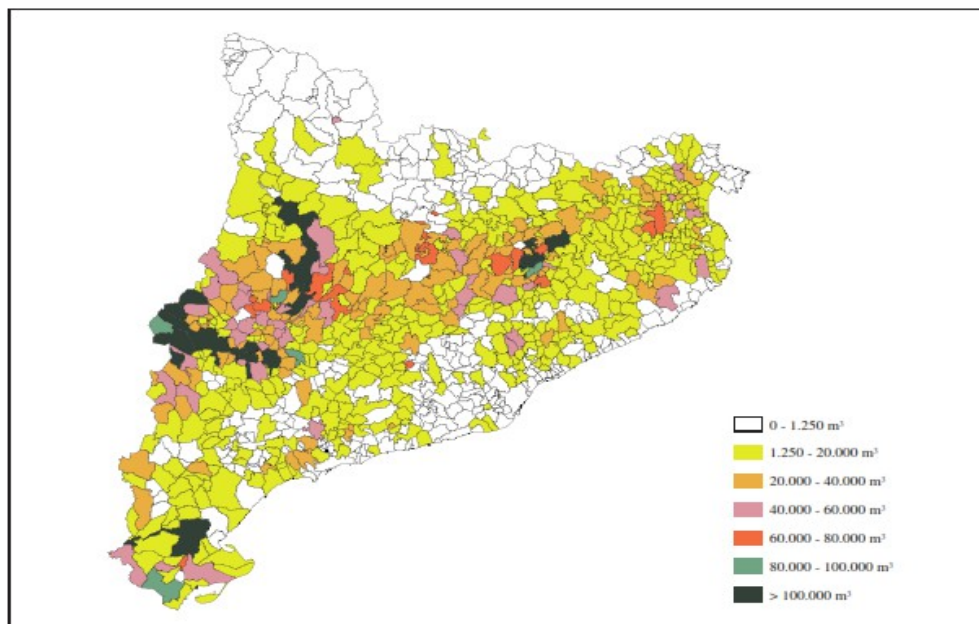


Figura 2. Quantitat de purins generats per municipi a Catalunya l'any 2001. Font: Teira, MR. (2008)

La zona on més producció, i per tant més excedent, és a la Plana de Vic, tal com ens mostra la taula 3.

<u>Sector</u>	Lluçanès Nord	Lluçanès Sud	El Bisaura	Vall del Ges	Voltreganès	Collsacabra-Plana de Vic Nord	Plana de Vic Centre	Osona Sud
Balanc final	6.595 m ³ purí /any	No hi ha excedent	No hi ha excedent	17.250 m ³ purí / any	121.222 m ³ purí / any	71.016 m ³ purí /any	290.849 m ³ purí/ any	30.801 m ³ /purí

Taula 3. Excedent de purins a Osona segons el sector. Font : Juver Vila, Eva (2004)

1. 5 El purí excedent

Per planificar la gestió dels purins porcins a Catalunya, a més de la quantitat que se'n genera i on, cal determinar si la seva correcta gestió com a fertilitzant és possible i/o fins a quin extrem. Això ha de permetre planificar on i per a quin volum de purins calen formes de gestió més enllà de la correcta aplicació al sòl com a fertilitzant. El concepte d'excedent (entès com els purins que en un determinat territori no es poden gestionar correctament com a fertilitzant del sòl) és controvertit per els desavantatges que es presenten i es detallen a continuació.

1.6 Efectes ambientals

1.6.1 Efectes ambientals negatius d'una mala gestió

Els principals efectes ambientals negatius d'una inadequada gestió de purins són:

- Contaminació de les aigües subterrànies per la filtració de nitrats que finalment acaba contaminant els aqüífers. Aquest és dels problemes més greus.
- Desequilibris nutricionals en els cultius degut a que els nutrients del fertilitzant no sempre és proporcional a la demanda dels cultius.

- Acumulació d'elements com el coure i el zinc entre altres que poden ser tòxics.
- Contaminació de les aigües per aplicació directa o per l'escolament superficial.
- Emissió de males olors, metà i òxid nítrós i volatilització d'amoniac.
- Acidificació del sòl per la nitrificació de l'amoni.
- Salinització dels sòls (disminueix la fertilitat).
- Augment de les al·lèrgies humanes i malalties respiratòries.
- Pèrdua de biodiversitat.

1.6.2 Efectes ambientals positius per una bona gestió

- El purí fa el mateix efecte que un fertilitzant d'alliberació lenta (està disponible durant un llarg període de temps)
- Una aportació de micronutrients com el coure i el zinc (necessaris pel cultiu).
- Una aportació d'aigua (contingut d'aigua del purí més del 90%).
- Afavoreix a la conservació de la matèria i de l'energia.
- Estalvi de fertilitzants químics.

1.7 Destinació actual dels purins a Catalunya

Dels 16.000.000m³ de purí anuals generats a Catalunya, el 96,88% s'aplica al sòl agrícola sense cap tractament (excepte l'emmagatzematge i en algun cas la incorporació d'additius).

El 3,12% restant de purins (500.000m³) són tractats abans de ser aplicats al sòl. Hi ha diferents tractaments que actuen sobre les propietats dels purins, els nutrients, el contingut d'aigua i d'altres tractaments que s'aprofiten per produir energia.

A Catalunya hi ha actualment 5 plantes de tractament de purins que utilitzen la cogeneració (utilitzen gas natural i biogàs per produir energia elèctrica i utilitzen la calor residual per reduir la quantitat d'aigua del purí, sistemes de calefacció, etc).

1.8 Tractaments aplicables per la gestió dels purins

Per la millor aplicació dels purins al sòl agrícola es presenten diferents tipus de tractaments que actuen sobre les propietats d'aquests. Aquests tractaments s'utilitzen per: reduir el factor contaminant, millorar les qualitats com a fertilitzant o per produir energia.

Objectiu principal	Procés
Tractaments que actuen sobre les propietats físiques i químiques	Incorporació d'additius Separació sòlid-líquid Electrocoagulació Membranes / Osmosis inversa
Tractaments d'estabilització de la matèria orgànica (m.o.)	Compostatge (de la m.o. sòlida o apilable) Digestió aeròbica autotèrmica (ATAD) Ozonització
Tractaments amb producció d'energia	Digestió anaeròbia Conversió termoquímica (TCC) Producció d'hidrogen Bioelectricitat (MFC)
Tractaments que actuen sobre el contingut de nutrients (N i/o P)	Nitrificació-desnitrificació (NDN) Nitrificació parcial-anammox <i>Stripping</i> / Absorció Eliminació de fòsfor
Tractaments que actuen sobre el contingut d'aigua	Evaporació / Assecat Bioassecat

Figura 3. Resum d'operacions aplicables al tractament de dejeccions ramaderes. Font: Teira, MR (2008)

En la figura 3 s'anomenen els diferents tipus de tractaments i els processos que s'obtenen. De tots ells, es destaquen els tractaments amb producció d'energia que són els que tenen més rellevància per l'estudi del treball i també els tractaments que es poden fer de forma annexa a la digestió anaeròbia per tal de reduir l'impacte mediambiental de l'abocament al sòl dels purins.

Diferents tractaments amb producció d'energia

- **Conversió termoquímica:** aquest procés consisteix en obtenir un combustible líquid a partir de la matèria orgànica mitjançant l'aplicació d'altres temperatures i pressió en absència d'oxigen. En aquestes condicions s'obté una mescla de gasos (CH_4 , CO , etc.), aigua tractada i un residu sòlid que serveix de combustible líquid.
- **Producció d'hidrogen:** El procés de producció d'hidrogen és una digestió anaeròbia en la qual s'han inhibit els microorganismes metanogènics que utilitzen l'hidrogen per produir metà.
- **Bioelectricitat:** El procés es basa en la generació directa d'electricitat a partir de l'oxidació de la matèria orgànica en condicions anaeròbies, s'estudia la creació de camps magnètics i corrent elèctric produïts per sers vius. Aquest procés encara s'ha de perfeccionar per un ús industrial.

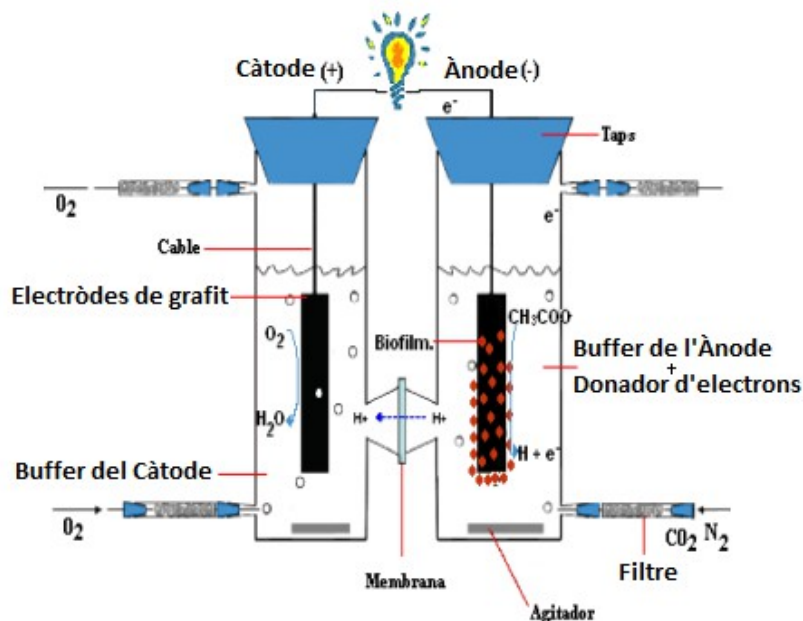


Figura 4. Esquema del procés de producció de bioelectricitat. Font: Axel Falcón et. al. (2009)

El procés consisteix en què els microorganismes oxiden els compostos orgànics i durant aquest procés generen electrons i protons, els electrons són transferits a l'ànode i son transportats al càtode a través d'un circuit extern. Els protons s'uneixen a l'oxigen per formar aigua i així mantenir el balanç.

- **Digestió anaeròbia:** és el sistema que s'estudia en aquest treball, consisteix en generar biogàs a partir de la matèria orgànica, aquesta matèria orgànica s'introdueix en un medi anaerobi (sense presència d'oxigen) i a un rang de temperatura adequat per una reacció òptima. En aquestes condicions poden prosperar poblacions de microorganismes anaerobis que seran els encarregats de fer possibles les reaccions que tindran lloc en aquest medi anaerobi i produir el biogàs (bàsicament metà), que té unes qualitats semblants a les del gas natural. Posteriorment aquest gas podrà ser utilitzat en una caldera o en un motor de cogeneració per produir energia tèrmica i/o elèctrica.

Tractaments que actuen sobre el contingut de nutrients

Els processos següents (nitrificació-desnitrificació) i l'"striping" de l'amoníac, permeten millorar les qualitats i reduir l'impacte mediambiental de la matèria ja digerida reduint-ne en el primer cas la quantitat de nitrogen i en el segon la d'amoníac.

- **Nitrificació-desnitrificació (NDN):** L'objectiu bàsic d'aquest procés és eliminar el nitrogen que conté un residu.

Nitrificació: es tracte d'un procés microbiològic on l'amoni (NH_4) és oxidat per bacteris autòtrofs (utilitzen per el seu creixement una font inorgànica, com el CO_2 o el bicarbonat) a nitrat (NO_3) en presència i carboni inorgànic (CO_2 , HCO_3 y CO_3).

Desnitrificació: el nitrat és reduït per bacteris heteròtrofs (utilitzen per el seu creixement compostos orgànics) a nitrogen molecular (N_2) gas, en absència d'oxigen i presència de carboni orgànic. El nitrogen molecular és un gas inert, component majoritari de l'atmosfera.

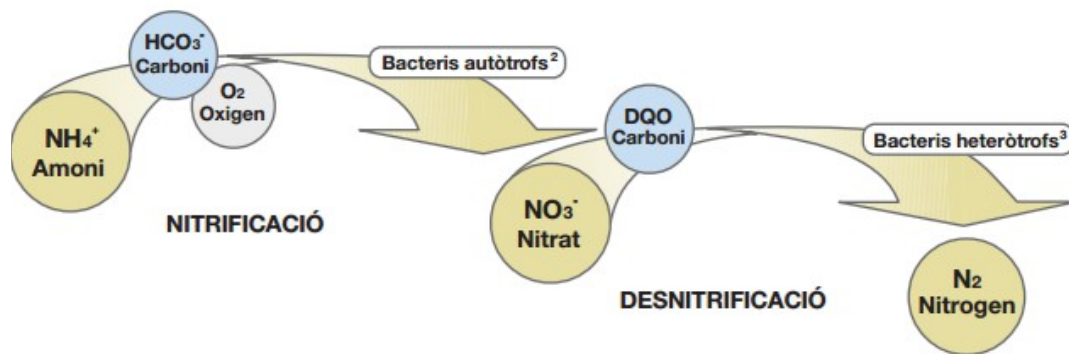


Figura 5. Reaccions que tenen lloc en el procés de nitrificació-desnitrificació (NDN). Font: Campos Pozuelo, Elena et. al. (2004)

- **“Stripping” de l'amoniac:** És un procés pel qual el nitrogen amoniacal passa a un corrent d'aire. S'ha de combinar amb l'absorció posterior d'aquest amoniac en un corrent d'aigua per no emetre'l a l'atmosfera. El procés requereix que l'aigua d'absorció porti un àcid (pH baix) i es veu afavorit si el pH d'entrada és alt i/a si la temperatura és alta (més de $60^\circ C$).

Aquest procés combinat a la digestió anaeròbia es veu optimitzat ja que així ja s'ha reduït la matèria orgànica més volàtil i a més es pot aprofitar la calor generada per apujar la T° de la fracció líquida digerida.

Processos físico-químics

- **Separació fracció sòlida de la líquida:** consisteix en separar, tal com diu el nom, la fracció sòlida de la líquida mitjançant la decantació. La fracció sòlida serà fàcilment transportable a plantes que el

transformaran en compost orgànic. La líquida es podrà utilitzar en les terres pròximes com a adob. D'aquesta manera es redueix l'accident de la pròpia granja, ja que es pot desfer d'una part dels purins (que en estat líquid són molt més difícils i cars de transportar).

Tractaments que actuen sobre la quantitat d'aigua

- **Assecatge:** consisteix en utilitzar la calor produïda en la cogeneració o en la caldera, d'aquesta manera és més fàcil transportar la matèria orgànica que no es pot utilitzar en les terres de la granja, a més s'eviten els problemes que comporta la líquides dels purins en la contaminació dels aqüífers. Aquest sistema cada cop s'utilitza menys ja que els fums que es generen són contaminants i els veïns es solen queixar.

2. Actualitat en el sector del biogàs

2.1 A la UE

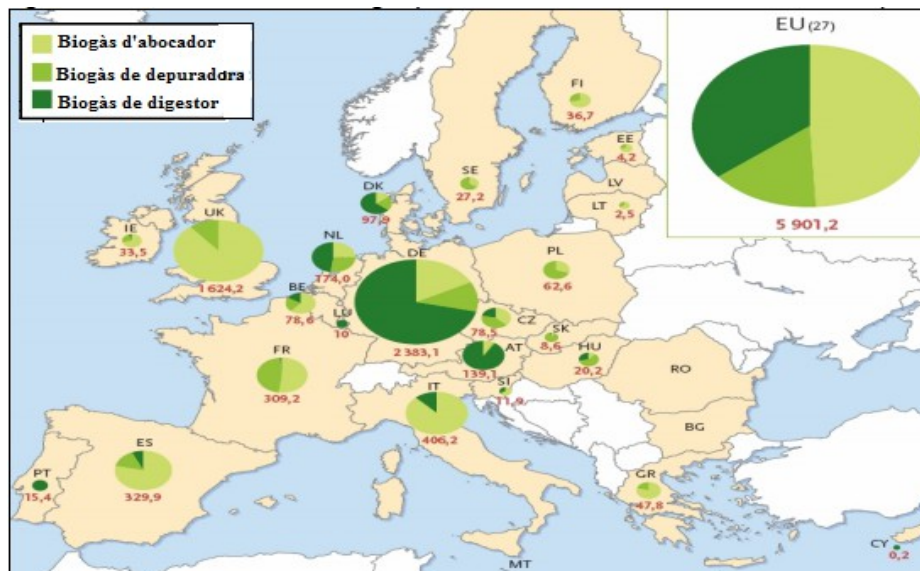


Figura 6. Quantitat i origen del biogàs produït a la UE. Ministeri del medi ambient i del medi rural i marí (2010)

La producció total de biogàs a Europa, és de 5.901,2 ktep (un Tep és la unitat de mesura que ens indica l'energia equivalent a una tona de petroli), dels quals aproximadament el 49% procedeix d'abocadors, el 36% de biogàs de digestors i el 15% restant de depuradores, el que es correspon amb 2.905, 2.108 i 887 ktep respectivament.

Com podem observar en la figura 5, el país capdavanter en la producció de biogàs utilitzant digestors és sens dubte Alemanya i amb diferència. La major part dels avanços en el camp del biogàs es fan a Alemanya ja que l'estat potencia aquesta energia renovable amb primes i tarifes per la venda de l'electricitat favorables als emprenedors.

Tot i que països com el Regne Unit produeixen molta més energia utilitzant biogàs, no tenen tanta rellevància per el treball ja que aquest s'obté majoritàriament en els abocadors no en biodigestors. Per aquest motiu els països explicats a continuació són Alemanya, Dinamarca i Àustria on gran part del biogàs s'obté de digestors.

2.1.1 Alemanya

És el país de la UE que més biogàs produeix, amb 2383,1 ktep totals (al voltant del 40% de la producció total europea) i per tant, el país que més ha apostat per la tecnologia de la biomassa. Aproximadament, el 70% de la producció total de les energies renovables a Alemanya, prové de la biomassa.

- A Alemanya, hi ha més de 4000 plantes de biogàs (la majoria petites, és a dir, amb una potència instal·lada compresa entre 50 i 500 kW i amb una potència elèctrica instal·lada total d'uns 1.500 Mwh). Això suposa, segons el departament del medi ambient i del medi rural i marí, una reducció en les emissions de CO₂, de 6,4 milions de tones l'any 2007.
- En las plantes de biogàs alemanyes, més del 75% dels substrats utilitzats estan formats per cultius energètics (sitja de blat de moro, cereal, ensitjat d'herba ...), els quals presenten uns elevats rendiments de producció de metà.
- El motiu de que el negoci del biogàs a Alemanya estigui molt més desenvolupat que a altres països de la UE és que l'estat dóna elevades primes i retribucions de venda de l'energia elèctrica produïda amb biogàs a més de primes per l'ús de cultius energètics. A més també s'incentiva econòmicament la incorporació del biogàs ja depurat, biometà (biogàs amb més del 97% de metà), a la xarxa de gas natural.

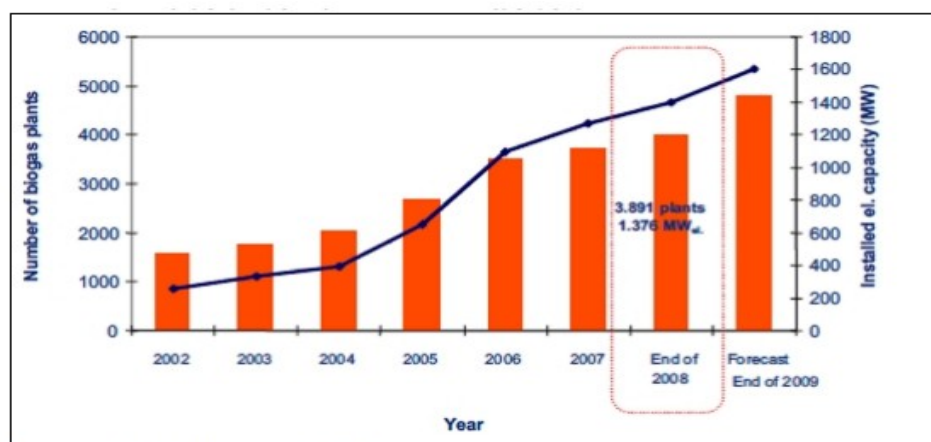


Figura 7. Evolució del número de plantes de biogàs a Alemanya. Font: Ministeri del medi ambient i del medi rural i marí (2010)

2.1.2 Dinamarca i Àustria

Dinamarca

És el vuitè país productor de biogàs d'Europa, amb 97,9 ktep totals. En el cas de Dinamarca però és més adient parlar de tones equivalents de petroli per cada 1000 habitants ja que encara que Dinamarca sigui el vuitè màxim productor, ocupa el quart lloc en producció energètica de biogàs per habitant, amb 18 tep per cada mil habitants. Aquest país és important per l'estudi del treball ja que el seu model de ramaderia i la mida dels terrenys conreables seria fàcilment aplicable a la situació de Catalunya.

- L'any 2008, existien a Dinamarca 20 plantes centralitzades i 55 plantes individuals. Les individuals són aquelles en què la càrrega diària de substrat és menor a 50 m³ i el digerit es reparteix en les parcel·les pròximes com a fertilitzant, aquest tipus de plantes presenten un elevat creixement des del 2000. Les centralitzades, són les plantes en què la càrrega del substrat és de 60 a 500 m³ al dia i es purifica posteriorment el digest.
- Dinamarca és pionera en la injecció de biogàs a la xarxa de gas natural, el que afavoreix que es puguin complir els objectius previstos per l'any 2025, el govern diu es triplicarà la producció actual de biogàs.

Àustria

És el setè país productor d'energia primària de biogàs a Europa, amb una producció de 139,1 ktep. Igual que Dinamarca, és més adequat realitzar una comparació de les tones equivalents de petroli per cada mil habitants, on Àustria ocupa el cinquè lloc darrere de Dinamarca, amb una producció de 16,8 tep/1000 hab.

- A Àustria predominen les plantes de biogàs petites, aquelles que presenten una potència instal·lada menor de 500 kW.

2.2 A Espanya

El biogàs generat a partir de residus ramaders és un sector poc desenvolupat a Espanya si el comparem amb altres països europeus tot i que va en augment. Un dels motius principals del baix desenvolupament d'aquest sector és que en els països de la UE es potencia l'ús de cultius energètics, alternativa que aquí, degut a les nostres condicions agroclimàtiques, no és possible, per tant s'han de buscar alternatives en les restes dels cultius que al mesclar-se amb els residus ramaders i purins generin un rendiment en la producció de biogàs que rentabilitzi la seva utilització.

La producció de biogàs a Espanya l'encapçalen els abocadors, la següent taula mostra la procedència del biogàs a Espanya l'any 2010. No obstant aquest percentatge canviarà degut a les noves regulacions que s'imposaran en els abocadors per tal de reduir els residus orgànics en aquests.

Procedència	2010	2010
Abocadors	115 Mw	72,3 %
Digestors FORSU	19 Mw	12,0 %
Llots de depuradora	11 Mw	6,9 %
Digestors agroindustrials	14 Mw.	8,8%

Taula 4. Mostra la procedència del biogàs a España. Font: Ministeri del medi ambient i del medi rural i marí (2009)

3. Tractament per l'obtenció d'energia a partir de purins per digestió anaeròbia

3.1 Digestió anaeròbia

La digestió anaeròbia és un procés biològic que té lloc de forma natural en el medi ambient, com en l'estómac dels animals on el material orgànic es transforma en residu orgànic i energia.

La tecnologia de la digestió anaeròbia es basa en imitar la natura, és un procés biològic de fermentació, que es dona en absència d'oxigen i a un rang de temperatura adequat. Consisteix en la degradació de la matèria orgànica per part d'un conjunt de microorganismes anaerobis, aquests transformen la matèria orgànica en una mescla combustible de gasos (biogàs).

L'objectiu de la digestió anaeròbia serà la producció de biogàs amb un bon contingut de metà que podem utilitzar després com a font d'energia cremant-lo en una caldera o en un motor de cogeneració per obtenir calor i electricitat.

El metà és el principal constituent del gas natural, podem comparar el biogàs i el gas natural, l'energia que contenen 10m^3 de biogàs equival aproximadament a $6-7\text{m}^3$ de gas natural.

3.2 Biogàs

3.2.1 Composició

Formada principalment per metà i diòxid de carboni, a més d'altres components com l'àcid sulfhídric (H_2S), hidrogen (H_2), amoníac (NH_3), nitrogen (N), monòxid de carboni (CO) i oxigen (O_2). Aquest gas pot ser refinat posteriorment per tal de millorar-ne les qualitats (augmentar-ne el % en metà).

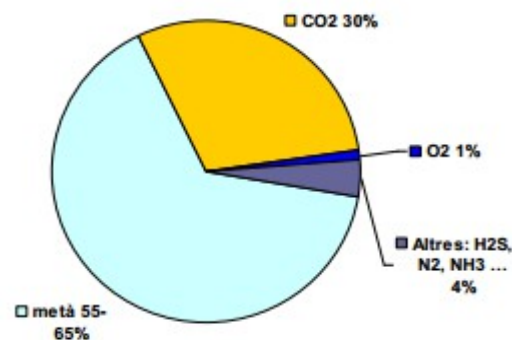


Figura8. Composició del biogàs. Font: Ecobiogàs (2011)

La presència d'altres gasos pot ocasionar certs inconvenients, per exemple:

- **Corrosió:** l' H_2S (àcid sulfhídric) ataca tant les conduccions d'acer com els materials que s'utilitzen habitualment en les instal·lacions de gas.
- **Toxicitat:** l' H_2S és un gas altament tòxic, amb una forta olor característica molt desagradable.
- **Contaminació:** els productes de la combustió de gas sense depurar contenen quantitats variables de SO_2 (diòxid de sofre) i SO_3 (triòxid de sofre), que afecten l'aire i l'aigua, amb la possibilitat de produir pluges àcides.

Per tant, s'ha de fer un procés de filtrat del biogàs abans de cremar-ho a la caldera o al motor de combustió interna.

3.2.2 Com s'aprofita

El biogàs és pot aprofitar bàsicament de dos maneres, produint:

- Energia tèrmica (calor): és la més senzilla i barata, es basa en cremar el biogàs directament pel funcionament d'una caldera o d'una cuina.
- Energia tèrmica i elèctrica mitjançant la cogeneració: en la quantitat suficient el biogàs es pot cremar en turbines o en motors de cogeneració, així obtenim energia elèctrica i aigua calenta. L'aigua podrà ser utilitzada per la calefacció de la instal·lació, per el propi digester... L'electricitat produïda en el procés s'haurà de vendre a la xarxa.

En el primer cas, la quantitat i la qualitat del biogàs no és tant necessària de controlar ja que la calor serà per consum propi, però en el cas de la cogeneració (que només serà rendible si la producció és suficientment elevada) serà necessari realitzar el procés de digestió anaeròbia en les millors condicions per maximitzar la producció del biogàs.

3.2.3 D'on s'obté el biogàs

Es pot tractar qualsevol material orgànic biodegradable en digestors anaerobis, els utilitzats més àmpliament depenen de les produccions majoritàries de cada zona. Els principals són en zones:

- Urbanes: residus municipals i fangs de depuradora.
- Rurals: producció ramadera intensiva, predominen els fems i/o purins.
- Abocadors: fracció orgànica dels residus que van a parar a un abocador.

Dóna uns millors resultats al tractar els diferents materials en un conjunt anomenat substrat per una tipus de digestió que es diu codigestió. Aquests millors resultats són deguts a que la barreja del material té una composició més equilibrada.

En el cas particular de la producció de biogàs en un àmbit rural la barreja de purins (nitrogen) amb restes vegetals (carboni) augmenta l'activitat dels microorganismes millorant així l'eficàcia del procés.

3.2.4 Avantatges i inconvenients de la producció de biogàs

Avantatges

- Producció d'energia renovable (biogàs).
- Gestió de residus orgànics.
- Produeix un material orgànic més estable després de l'etapa de maduració (més fàcil de reutilitzar).
- Destruïx part dels patògens proporcionant una higienització parcial.
- Redueix les emissions de males olors.
- Redueix les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle.
- Facilita possibles tractaments posteriors. Ex. assecatge tèrmic.

Inconvenients

- Costos de la inversió inicial elevats.
- Costos d'operació i manteniment elevats.
- El funcionament normal del procés es pot veure empitjorat per la presència de compostos tòxics o inhibidors com l'amoniac, antibiòtics, desinfectants...
- No s'elimina el nitrogen.

3.3 La cogeneració

La cogeneració és la producció conjunta d'electricitat (o d'energia mecànica) i d'energia calorífica útil a partir d'una font d'energia primària que es reaprofitja posteriorment.

Una planta de cogeneració de qualsevol tipus està formada bàsicament per: un motor (adaptat per el tipus de combustible emprat, biogàs, gas natural...), un alternador, un sistema de recuperació de calor, dispositius elèctrics que controlen la distribució de l'energia i la gestió del motor i un sistema hidràulic per a la correcta distribució de l'energia tèrmica.

En la majoria dels casos, l'energia primària és el gas natural però cada vegada s'utilitzen amb més freqüència el biogàs i altres gasos. Els motors alternatius de combustió interna utilitzen els gasos combustibles (gas natural mesclat amb biogàs) per produir energia mecànica i tèrmica. L'alternador, que està connectat al motor de combustió, transforma l'energia mecànica en electricitat part de la qual serà utilitzada per a l'autoconsum de la planta de tractament, i l'excedent es podrà vendre a la xarxa elèctrica general.

Beneficis de la cogeneració.

- Permet estalviar un 60% del consum d'energia primària respecte les plantes convencionals d'energia tèrmica.
- Les pèrdues són molt reduïdes ja que l'energia s'aprofita al mateix lloc on es produeix.
- Les emissions de NO (òxid de nitrogen) són un 25% menors que les generades per les centrals elèctriques convencionals.
- Les emissions de CO₂ d'una planta de cogeneració són entre un 30% i un 60% més baixes que les emeses a l'atmosfera per altres fonts d'energia.
- No genera emissions de sofre.

- Les plantes de cogeneració alimentades amb biogàs o gasos especials no emeten CO₂ addicional i utilitzen el gas metà (CH₄) i el monòxid de carboni (CO) per al seu funcionament, evitant així la destrucció de la capa d'ozó.

Inconvenients

- El principal inconvenient és la important inversió inicial que ha de fer el propietari per construir una central d'aquest tipus.
- Els costos de manteniment són també elevats i especialitzats.
- Incertesa en la política dels preus de l'energia elèctrica (risc en el benefici econòmic segons el canvi de la normativa de preus).

3.4 Introducció al procés de cogeneració utilitzant biogàs de digestor.

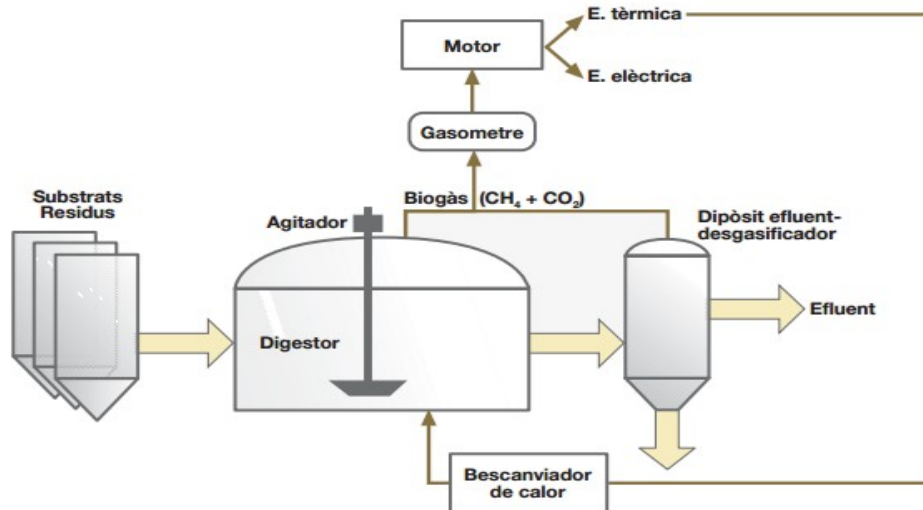


Figura 9. Esquema d'una planta de cogeneració. Font: Campos Pozuelo, Elena et. al. (2004)

Esquema d'una planta de cogeneració utilitzant els purins (dejeccions ramaderes) i matèria orgànica per la producció de biogàs.

El funcionament bàsic és el següent: en primer lloc s'introdueix en el dipòsit influent els purins més matèria orgànica, aquests seran introduïts després en el digestor on tindrà lloc el procés de digestió anaeròbia, el biogàs acumulat en el gasòmetre serà enviat en el grup de cogeneració d'on obtindrem l'energia tèrmica i elèctrica. El producte digerit tindrà diversos avantatges: eliminació de patògens, eliminació de males olors... tot i així es poden fer processos posteriors a la digestió com la deshidratació, la separació de la fracció sòlida de la líquida, la nitrificació-desnitrificació, striping de l'amoniac...

3.4.1 Paràmetres que influeixen en la producció de biogàs

Per aconseguir unes reaccions òptimes per el funcionament del digestor cal tenir en compte quatre paràmetres importants:

- **Temperatura:** segons la temperatura del procés podem diferenciar tres tipus de digestió diferents, la psicròfila (temperatura ambient), la mesòfila (entre 35 i 40°C) i la termòfila (55°C aproximadament). Com més temperatura, augmenta la velocitat del procés però tenim més problemes de control i d'estabilitat. El que més s'utilitza és el mesòfil.
- **Agitació:** La sedimentació de partícules produeix una disminució de la taxa de reacció entre el substrat i els enzims, limitant-se així l'activitat i el rendiment de la transformació (pot causar una disminució de la producció de biogàs) per tant és necessari un grau d'agitació moderat per mantenir el material homogeni.
- **Temps de retenció:** el temps que el material a digerir es troba en procés.
 - Temps de retenció hidràulic (TRH): quocient entre el volum del digestor i el cabal de tractament.

- Temps de retenció cel·lular (TRC): temps mitjà en què els microorganismes són al reactor.

En un reactor amb els materials completament mesclats, purí (nitrogen) i restes vegetals (carboni) en els nivells òptims, els dos temps coincideixen.

- **Velocitat de càrrega orgànica** : és la quantitat de matèria orgànica que s'entra al digestor cada dia per metre cúbic de reactor.

3.4.2 Descripció del procés

Els purins més la matèria orgànica que són introduïts en el digestor ja contenen microorganismes, aquests seran els que prosperaran en el digestor i faran possible les reaccions que generaran el biogàs.

En les reaccions que tenen lloc s'alliberen compostos i energia que utilitzen els microorganismes per a créixer, aquests utilitzen poca energia de tota la que tenen a l'abast, això té l'avantatge de deixar molta energia disponible (en forma de metà).

Les reaccions anaeròbies són molt lentes i, per tant, requereixen un temps de procés elevat i que els digestors tinguin molt volum, per compensar-ho és necessària una concentració alta de microorganismes (aconseguir el mateix objectiu amb menys temps i volum).

Fases de degradació de la matèria orgànica

Segons la fase de degradació en què es troba el residu (la fase avança amb el temps), la composició de biogàs varia. La figura número 6 mostra l'evolució del biogàs.

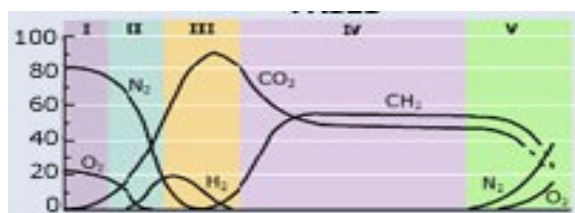


Figura 10. Fases generals en la generació de biogàs. Font: Antoni Deseures (2009)

Fases:

I. Ajustament inicial: fase en què la matèria orgànica es comença a descomposar en condicions aeròbies mentre es prepara per ser introduït en un medi amb condicions anaeròbies.

II. Fase de transició: la matèria orgànica passa d'un ambient de condicions aeròbia a un de condicions anaeròbies.

III. Fase àcida: Generació de gasos, principalment de CO_2 i de H_2 . Acidificació del compost pels àcids orgànics i per la concentració de CO_2 .

IV. Fase de fermentació del metà: aparició de microorganismes anaerobis desenvolupats al final de la fase àcida, es converteix l'àcid acètic i l'hidrogen en CH_4 (metà) i CO_2 .

V. Fase de maduració: disminució de la producció de gasos i de la humitat. Final del procés, els substrats que queden en el medi sòlid són de degradació lenta.

Aquest procés es pot aturar en alguns casos anomenats sobrecàrregues, quan s'introdueix més matèria orgànica de la que els microorganismes poden degradar. La solució és no carregar el digester fins que no es recuperi i introduir-hi bicarbonat (forma majoritària en què es troba el CO_2 dissolt en l'aigua a un pH neutre), que durant el procés de digestió anaeròbia es va produint en forma de CO_2 (manté un equilibri entre el que queda dissolt i el que va marxant en forma de biogàs), aquesta presència de bicarbonat assegura l'alcalinitat del medi i això assegura un procés estable.

A la posada en marxa, cal treballar de forma lenta durant alguns mesos, de manera que les diferents poblacions de microorganismes creixin fins a uns valors de concentració que adaptin la composició del residu.

3.5 Parts de la instal·lació

En aquesta part es descriuen totes les possibles parts d'un sistema de digestió anaeròbia, però no totes tenen perquè està incluídes en la instal·lació com per exemple el sistema de pasteuritzat.

3.5.1 Digestor anaerobi

El digestor és la part més important de la planta ja que és el que ens permet obtenir el biogàs. Segons la quantitat de material a tractar en alguns cassos s'utilitza més d'un digestor en sèrie per optimitzar el procés.

Hi han diferents tipus de digestors classificats en funció de la seva capacitat per mantenir altes concentracions de microorganismes seguin diferents mètodes. El més utilitzat per el tractament de residus és el de mescla completa.

Reactor de mescla completa sense recirculació

És un tipus de reactor on es manté una concentració uniforme tant de substrats com de microorganismes, per aconseguir aquest objectiu s'utilitza un sistema d'agitació, aquest pot ser mecànic (agitació d'hèlices o pales, horitzontal o vertical) o pneumàtic (injecció de biogàs a pressió), els nivells d'agitació han de ser sempre controlats, mai violents.

Aquest tipus de reactor no ofereix problemes de disseny i és el més utilitzat per tractar residus, l'únic inconvenient que té és que requereix un temps de retenció alt ja que la concentració de les poblacions de microorganismes no

pot créixer més d'uns determinats nivells degut a l'agitació, per resoldre aquesta baixa concentració (velocitat de reacció més baixa) és necessari un temps de retenció alt.

Reactor de mescla completa amb recirculació

Regulant la recirculació (procés en què la matèria orgànica que surt del digestor es torna a utilitzar) és possible reduir el temps de retenció que tenim en un reactor de mescla completa sense recirculació.

Aquesta reducció del temps de retenció és deguda a que es mantenen les poblacions de microorganismes a dins del digestor separant-los de la resta mitjançant un decantador i la recirculació. Aquest sistema només és aplicable a aigües residuals amb una càrrega orgànica alta on és pugui separar la fracció sòlida de la líquida (decantador). Anterior al decantador s'hi ha de col·locar un desgasificador perquè el procés de decantació no es vegi impedit.

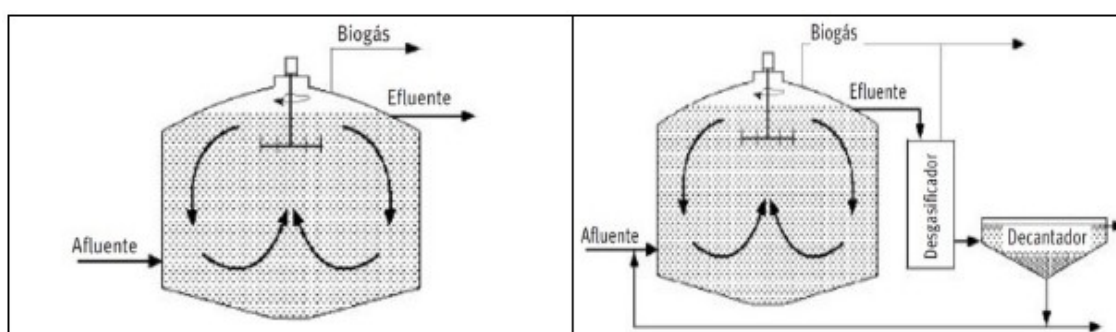


Figura 11 D'esquerra a dreta, reactor de mescla completa sense recirculació, reactor de mescla completa amb recirculació. Font: IDAE (2007)

Sistemes discontinus

En aquest tipus de sistema la producció de biogàs segueix la mateixa evolució que la del creixement dels microorganismes (latència, creixement exponencial, estacionalitat i decreixement) ja que no és possible un sistema d'agitació degut a la naturalesa del producte (sòlid). Per tant, en aquest no es parla de temps de retenció, sinó de temps de digestió, és a dir, el digestor

només proporcionarà una temperatura estable i la condició anaeròbia, per tant el procés durarà tant com tardin a prosperar les poblacions de bacteris.

Per aconseguir una bona producció continuada de biogàs és necessari construir un seguit de reactors en sèrie i posar-los en marxa de forma intercalada en el temps.

Aquests reactors s'utilitzen per tractar residus sòlids (dificulten el sistema de bombeig) com per exemple fems.

3.5.2 Sistemes d'agitació o homogeneïtzació

Per aconseguir el rendiment òptim del procés cal que el sistema s'abasteixi de forma regular i constant. La homogeneïtat s'ha de tenir en compte a l'hora de valorar el comportament d'una instal·lació, ja que l'absència de pics en la càrrega orgànica o de pH, així com un correcte control de l'alcalinitat i la temperatura, assegurin una operació regular i estable.

Depenent del tipus de reactor utilitzat, i de les característiques de l'influent, s'optarà pel sistema d'agitació més favorable (mecànica o pneumàtica). L'agitació no ha de ser excessivament intensa, ja que podria trencar els agregats bacterians, dificultant el procés de digestió.

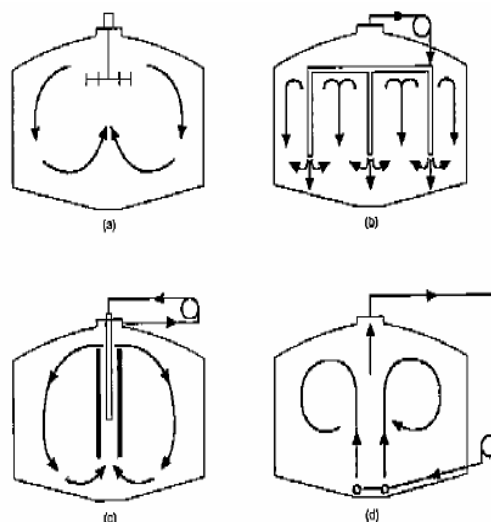


Figura 12. Tipus d'agitadors; mecànic (a) o per recirculació de gasos (b,c i d). Font: Niell Galmés, Marc (2007)

3.5.3 Dipòsit de premescla

Els purins generats per la granja es dirigiran directament en aquests dipòsits per tal de minimitzar la generació de males olors , a més a més d'aquesta manera s'aconsegueix que el material tingui ja uns nivells d'homogeneïtzació força alts i evita el contacte amb l'aire durant un període més llarg, d'aquesta manera s'eviten putrefaccions i pèrdues posteriors en la producció de biogàs.

3.5.4 Pasteurització

El procés de la pasteurització té la funció d'estabilitzar biològicament el material i eliminar patògens, aquest procés es dur a terme mitjançant tractaments tèrmics.

S'efectua de forma sistemàtica la pasteurització de tota la matèria orgànica, a excepció dels purins (així es garantirà una unitat biològica, poblacions de microorganismes, controlada dins dels digestors). La calor utilitzada per aquest procés (dos hores a 70°C o una hora a 80°C) serà la residual que obtindrem de la cogeneració mitjançant un bescanviador de calor.

Prèviament a la pasteurització és farà un procés on els materials estranys seran eliminats per decantació i els materials grossos i fibrosos passaran per un tall on seran reduïts de mida per aconseguir una mescla homogènia.

3.5.5 Emmagatzematge i aprofitament de biogàs

El gas generat durant el procés de digestió anaeròbia quedarà retingut en una membrana situada sobre el digester anomenat gasòmetre. La membrana sol ser d'un material plàstic que tingui una alta resistència a l'ozó, a la radiació UV i a l'envaïment (impermeable), sigui flexible fins a temperatures de -45 °C, es pugui allargar més del 300% per adaptar-se a la quantitat de gas que conté i a condicions climàtiques externes i que requerèixi poc o cap manteniment.

3.5.6 Tractament del gas

El biogàs que anem obtenint del digestor estarà humit i és molt possible que contingui concentracions altes de sulfur d'hidrogen (és corrosiu i pot afectar greument tant l'equip de cogeneració com la caldera).

La humitat que porta el biogàs s'anirà condensant a les canonades del circuit de gas i serà necessari disposar de purgadors (petits dipòsits amb aixeta de buidat) per anar recollint l'aigua condensada i evitar que s'acumuli en el circuit.

En quan al sulfur d'hidrogen la millor solució per la totalitat del sistema és fer-lo d'acer inoxidable.

3.5.6.1 Compressor o sistemes d'extracció del gas

La pressió aproximada del biogàs a dintre del gasòmetre serà inferior a 50 Mbar, per injectar el biogàs a la cambra de combustió necessitem un compressor que ens augmenti la pressió 2 o 3 Bar per damunt de la pressió atmosfèrica o un ventilador que xucli el gas fins a la caldera o motor.

3.5.7 Vàlvula de seguretat i torxa

Quan la velocitat de consum de biogàs és inferior a la velocitat de producció o en cas d'aturada del motor, es pot donar una acumulació de gas en el circuit i un augment de pressió. Aquest augment de pressió pot danyar el circuit, per evitar-ho la vàlvula de seguretat ha de poder obrir el circuit de forma automàtica quan s'arriba a una pressió de consigna.

Un exemple de vàlvula de seguretat es tracte de submergeix una derivació de la canonada de biogàs en una columna d'aigua. Quan la pressió és més elevada que la columna d'aigua, el gas bombolleja i surt del sistema.

L'evacuació de biogàs per la vàlvula de seguretat només s'ha de produir en casos aïllats, normalment l'evacuació s'hauria de fer de manera controlada cremant el gas en una torxa per tal de no alliberar CH₄ sinó CO₂ (producte de la combustió). El metà té un efecte d'hivernacle 21 vegades superior al CO₂. Tot i així el seu funcionament hauria de ser esporàdic, només com a sistema de seguretat i suport del sistema habitual.

3.5.8 Caldera o motor de cogeneració

Caldera

S'utilitzarà quan només sigui necessari cobrir demandes d'energia tèrmica (per exemple, calefacció d'una granja de porcs). El rendiment d'una caldera serà aproximadament del 90%, l'únic que s'haurà de tenir en compte és que el cremador s'haurà de modificar lleugerament per tal de poder cremar en bones condicions el biogàs, ja que aquest conté una part apreciable de CO₂.

Les modificacions hauran de servir per aconseguir que el gas surti a menys velocitat de i així assegurar que la flama no es desenganxi de la tovera del cremador.

Equip de cogeneració

Si l'objectiu és cobrir demandes d'energia elèctrica i tèrmica, llavors caldrà utilitzar un equip de cogeneració. Aquests equips el primer que fan és cremar el gas en un motor de combustió interna que acciona un alternador, produint així l'energia elèctrica, aquesta energia s'haurà de vendre a la xarxa.

Del circuit de refrigeració de l'equip i dels fums d'escapament es recupera energia tèrmica en forma d'aigua calenta o vapor que s'utilitzarà posteriorment per el sistema de calefacció, donar escalfor al digestor... El rendiment elèctric pot estar comprès entre el 30 i el 40% depenent de l'equip, i el rendiment global (elèctric més tèrmic) pot arribar fins al 85%.

3.6 Venda d'electricitat a la xarxa

Qualsevol tipus de planta de cogeneració, només podrà utilitzar l'electricitat que generi per el propi consum i manteniment de la planta, l'excedent sobrant haurà de ser venut a la xarxa.

Es poden presentar dos patrons d'autoconsum elèctric segons les tasques de les plantes, segons el ministeri del medi ambient i del medi rural i marí:

- *El valor aproximat del consum elèctric és del 5% de la producció total de la planta.*
- *Codigestió anaeròbia + nitrificació-desnitrificació (NDN): la codigestió produeix de mitjana 24,47m³ de biogàs per tona de subproducte amb un rendiment 2,8kW/m³ de biogàs i per tant això equival a una producció de 68,52kWh per tona de subproducte. Atès que el consum del NDN (nitirficació-desnitrificació) és de 15Kw/t, resulta un autoconsum d'electricitat de l'entorn del 22%, que sumant-la al 5% del procés de digestió, fa un total per a aquest tipus de plantes del 27%.*
- *Codigestió anaeròbia +“stripping” de NH₃ (Amoníac): el consum elèctric de l'stripping d'NH₃+centrifugat és de 5 Kwh / Tm de subproducte. Per les mateixes condicions productives de biogàs exposades en el cas del NDN de 68,52 Kwh per tona de subproducte, resulta un autoconsum d'electricitat d'aproximadament el 7%, que sumat al 5% del procés de digestió, fa un total per aquest tipus de plantes del 12%.*

Els real decrets i lleis que ens regeixen en el procés de producció d'electricitat mitjançant la biomassa/biogàs són:

- Real Decret 661/2007 de 25 de maig pel qual es regula l'activitat de Producció d'energia elèctrica en règim especial. Ens determina el preu de venda d'electricitat a la xarxa, establint límits, franges horàries i tot el que va relacionat amb la venda d'electricitat.

Subgrupo	Combustible	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
a.1.3	b.7.2	P<500 kW	primeros 15 años	13,3474	10,0842
			a partir de entonces	6,6487	0,0000
		500 kW ≤ P	primeros 15 años	9,9598	6,1009
			a partir de entonces	6,6981	0,0000

Taula 5. Preus de venda de l'energia elèctrica generada per cogeneració utilitzant biogàs de residus ramaders. Font: real decret 661

- Ordre ITC/1673/2007, de 6 de juny sobre procediments d'autorització de les instal·lacions de producció, transport i distribució d'energia elèctrica.
- Reial Decret 1955/2000, d'1 de desembre sobre procediments d'autorització de les instal·lacions de producció, transport i distribució d'energia elèctrica. Diu com hem de connectar a la xarxa, també com hauríem de transportar i distribuir l'electricitat en cas que ho féssim a les empreses més pròximes, també exposa els terminis per tal de fer els tràmits per connectar a la xarxa i els protocols que cal seguir per dur a terme la connexió a xarxa.

4. Exemplificació del procés, “El Pujolar”

4.1 Situació

La granja pertany al municipi de Sentfores. El propietari del bestiar és d'un llogater de la granja i el propietari de la granja, camps, instal·lacions... és del senyor R. Genís.



Figura 13. Situació de la granja El Pujolar. Font: Google Maps

4.2 Activitat

Es una granja de cria de porcs que té aproximadament unes 600 truges paridores i uns 30-32 garrins per mare i any, aquests seran enviats a Galícia on seran engreixats i després enviats a l'escorxador a Portugal.

La producció mitjana, en litres de purins són aproximadament 12l diaris les truges i 4l els garrins. Aquests en un principi eren acumulats en una bassa, però amb la instal·lació actual de digestió anaeròbia abans de ser acumulats a la bassa passen pel digestor.

4.3 Bag Manure Digestor (Nilam)

Empresa que ha portat a terme el projecte de la instal·lació d'un sistema de digestió anaeròbia que aprofiti els purins produïts a la granja “El Pujolar”.

L'empresa va ser fundada fa 2 anys, però prové de l'empresa Valentí Muñoz SL, creada fa 35 anys per Valentí Muñoz, es dedica al món dels plàstics, sobretot en el tema d'envasaments.

Arrel del protocol de Kyoto i de com reduir les emissions de CO₂ a l'atmosfera, i de comprovar-se que un 10% d'aquestes provenien de l'activitat ramadera, el senyor Valentí es va començar a plantejar com reduir l'impacte mediambiental produït pels purins. L'evolució al tema de la digestió anaeròbia va ser per pròpies experiències, observant com a sota els envassaments on si havien abocat purins, es formaven bombolles (de gas metà), d'aquí va sorgir la idea.

El projecte inicial només era això, un projecte, no estava previst de fer-lo a cap lloc, es va presentar a un concurs a Galícia (per la protecció del medi ambient aplicat al medi rural) on va guanyar el primer premi. Vist l'èxit es va voler portar a la pràctica, d'aquí que es va començar a buscar una granja on el propietari estigués d'acord amb la construcció del prototip.

“El Pujolar”, la granja on es va construir, al principi només estava format per el digestor i una torxa. D'aquest primer prototip va evolucionar fins a estar format per una caldera que proporciona calefacció a tota la granja (escalfar les quadres dels garrins per el seu correcte desenvolupament).

Un detall important a destacar és que tota la instal·lació està construïda amb materials fets aquí a Catalunya.

4.3.1 Patent del sistema d'agitació

Tot i que el funcionament principal de la planta és el que està més generalitzat, la part que l'empresa ha patentat és el sistema d'agitació, el sistema és del tipus pneumàtic, l'agitador consta de diversos tubs a la base del digestor en forma de L invertida, de 90mm de diàmetre i al final una reducció a 50 mm de diàmetre, aquests quan es requereix agitació treuen aire comprimit per sobre del nivell on prosperen els bacteris, d'aquesta manera es va movent la matèria orgànica però sense destruir els cultius de bacteris.

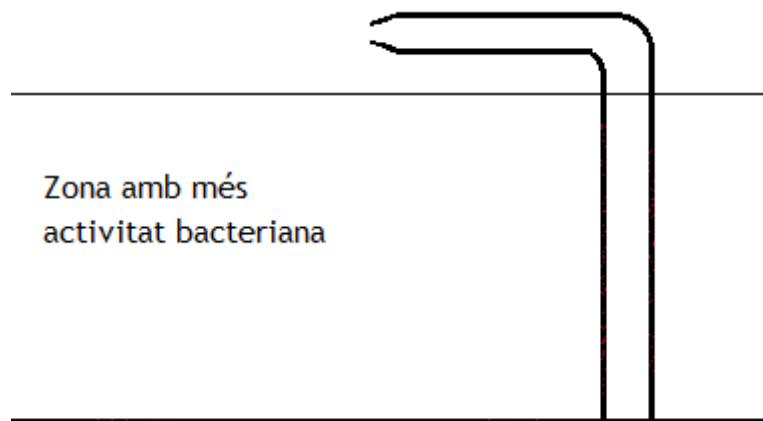


Figura 14. Esquema del sistema d'agitació pneumàtic de Bag Manure Digestor.

4.4 Sistema de digestió anaeròbia del Pujolar

El projecte va portar-se a terme amb una iniciativa privada, per Valentí Muñoz i fill, com a prototip.

El sistema en un principi era molt simple, es basava en el digester anaerobi (figura 15), i una torxa que cremava el metà generat.



Figura 15. Imatge per satèl·lit de la granja el Pujolar. Font: Google Earth

Vist com el gas es gastava inútilment, es va optar per instal·lar una caldera que cremes el biogàs produït per tal d'escalfar aigua i així generar calefacció per tota la granja.

El problema actual amb què s'han trobat és que el projecte inicial, no comptava amb haver de produir suficient biogàs per a tota la instal·lació, això ha afectat de forma que la calefacció del recinte és produïda entre un 50 i un 55% per el sistema de digestió.

4.4.1 Parts de la instal·lació

La granja utilitza exclusivament purins per la producció de biogàs (no hi ha barreja amb altres materials n'hi additius). A més a més, per tal de millorar el rendiment de la instal·lació, hi ha un sistema per separar el purí bo (generat normalment) del dolent (neteja de les quadres, purí amb un contingut d'aigua molt alt), aquest sistema és una simple comporta que ha de controlar el ramader per tal d'evitar que el purí dolent arribi al digestor.

Dipòsit influent (bassa)

En aquest es dirigeixen normalment tots els purins produïts per el bestiar (a excepció d'èpoques de neteja on el purí és massa líquid). Quan és necessari introduir el purí al digestor primer es posa en funcionament un sistema d'agitació mecànic per tal de deixar la matèria homogènia per millorar el procés de digestió.



Figura 16. Dipòsit de premescla amb el corresponent agitador mecànic.

Digestor anaerobi

El digestor és del tipus de mescla completa sense recirculació i està soterrat, les mides del qual són 18·16m i 90 cm d'alçada. Consta del sistema d'agitació prèviament explicat (punt 4.3.1), exactament 6 bufadors repartits per la base del digestor. Degut a que el projecte el principi era un prototip, no té cap sistema per escalfar el contingut del digestor, per tant la temperatura oscil·la entre els 25 i 30°C.



Figura 17. Digestor anaerobi enterrat (només visible el gasòmetre).

Gasòmetre

El gasòmetre és una cúpula de plàstic molt flexible, però no està aïllat tèrmicament, la quantitat màxima de biogàs que pot contenir és d'aproximadament 300 m³ de biogàs, quan arriba a uns nivells a prop dels 300 m³ consta d'un sistema de seguretat per si el gas no es crema a la caldera, el sistema consta d'una boia suspesa sobre el digestor, quan el gasòmetre està ple i toca la boia, s'activa automàticament el sistema i el biogàs es crema a la torxa.



Figura 18. Gasòmetre i boia de seguretat.

Degut a la baixa pressió a la què està el gas dins del digestor, per extreure'l és necessari un sistema per xuclar-lo, en aquest cas és un ventilador que extreu el biogàs a través d'un tub i aquest és enviat a la caldera.



Figura 19. Ventilador per extreure el gas de l'interior del gasòmetre.

Caldera i torxa

La caldera, totalment d'acer inoxidable (biogàs molt corrosiu), està preparada per cremar tota la quantitat de biogàs que li arriba i escalfar l'aigua que proporcionarà calefacció a la granja i també pre-escalfarà el purí abans de ser introduït al digestor. Funciona totalment de forma automàtica regulada per un termòstat.

Un dels inconvenients de la instal·lació és que tot el sistema està lluny de les naus de la granja, per això l'aigua escalfada perd molta calor mentre viatja per canonades fins al seu destí.

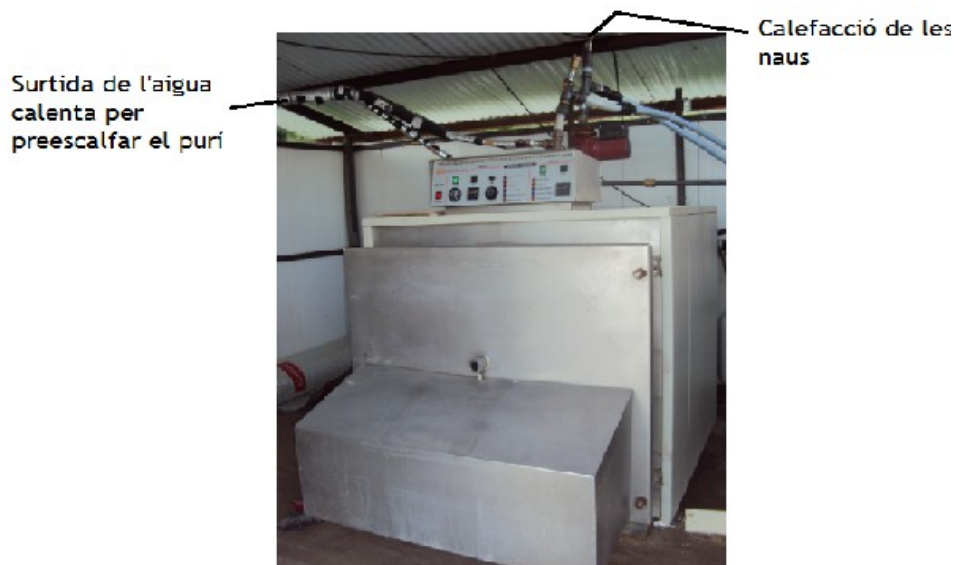


Figura 20. Caldera, proporciona calefacció a la granja i calor al dipòsit de preescalfament.

La torxa (que formava part del projecte inicial) està pensada actualment per cremar el gas que no pugui ser utilitzat a la caldera o en casos de processos d'aturada per algun problema, reparació...



Figura 21. Torxa, crema el gas que no es pot cremar a la caldera.

Dipòsit de preescalfament

A falta d'un sistema per escalfar el digestor, per tal de millorar el rendiment del procés, el purí s'escalfa en un inici en un dipòsit. La calor utilitzada per el preescalfament procedeix de la caldera utilitzant un bescanviador de calor.



Figura 22. Dipòsit de preescalfament, escalfa el purí abans de ser introduït al digestor.

Electrovàlvules

Aquestes controlen de forma automàtica l'entrada i sortida del purí del digestor, d'aquesta manera l'únic per el que s'ha de preocupar el ramader és de separar el purí bo del dolent.



Figura 22. Electrovàlvules, controlen l'entrada i sortida del purí al digestor

Dipòsit efluent (bassa)

Tot el material ja digerit va a parar en aquesta bassa juntament amb el purí dolent, d'aquesta bassa el purí podrà ser utilitzat com a adob en els cultius de la granja (el purí digerit redueix les males olors, els patògens i permet que el cultiu assimili una quantitat més gran que normalment).



Figura 23. Bassa on van a parar els purins ja digerits i el purí dolent.

5. Conclusions

En primer lloc, la gestió de purins és una problemàtica. Està clar que per un ramader si no té gran quantitat de bestiar l'explotació és difícil de mantenir ja que no cobreix les despeses, però molts d'aquests en augmentar la producció, no tenen suficients hectàrees de terreny per poder desfer-se dels purins sense contaminar.

En segon lloc, el sector del biogàs va en augment, tant a Europa com a Espanya, tot i que en països on aquesta tecnologia ja és més utilitzada, les primes (per la venda d'electricitat) i les facilitats (ajudes, possibilitat d'introduir el biogàs refinat a la xarxa de gas natural...) per construir una planta d'aquestes característiques fa possible que el sector avanci més de pressa.

En referència a l'objectiu de partida, el procés de digestió anaeròbia queda explicat en aquest treball i, per la instal·lació d'un sistema de digestió anaeròbia en qualsevol explotació ramadera, sobretot en les de cicle tancat i en les de cria (ja que és necessari mantenir la temperatura de les quadres dels garrins a aproximadament 30°C) surt a compte per el ramader, ja per l'estalvi econòmic en calefacció com la homogeneïtzació del material que fa possible que se'n pugui aplicar més quantitat als camps, però s'ha de dir que la inversió inicial tant elevada que suposa, frena a molts ramaders, sobretot en l'època en què ens trobem.

En conclusió, el sistema de digestió anaeròbia és una opció de futur real, tant com energia elèctrica renovable com per la gestió de residus. El problema com en qualsevol altre energia renovable és que la inversió inicial és molt elevada i el temps d'amortització és llarg, per aquest motiu si els governs no en potencien l'ús amb ajudes i primes, serà molt difícil donar relleu als combustibles fòssils.

6. Referències bibliogràfiques

Projectes (PDF)

- Campos Pozuelo, Elena et. al. (2004). *Guia dels tractaments de dejeccions ramaderes*. Recuperat el febrer del 2012 des de: <http://www20.gencat.cat>
- Jordi Bosch, Pere (1999). *Problemàtica mediambiental a les explotacions porcines*. Recuperat el desembre del 2012 des de: <http://ddd.uab.cat>
- Juvert Vila, Eva (2004), *Disseny d'una planta de tractament de purins amb producció de biogàs*. Recuperat l'abril del 2012 des de: <http://upcommons.upc.edu>
- Ministeri del medi ambient i del medi rural i marí (2010), *El sector del biogàs agroindustrial en España*. Recuperat el març del 2012 des de: <http://www.magrama.gob.es>
- Niell Galmés, Marc (2007), *Projectes domèstics: Disseny d'una planta de producció d'energia elèctrica mitjançant biogàs*. Recuperat el març del 2012 des de: <http://upcommons.upc.edu>
- Teira Esmatges, M. Rosa (2008). *Informe per a la millora de la gestió dels purins porcins a Catalunya*. Recuperat el gener del 2012 des de: <http://www15.gencat.net>
- Torres Farràs, Jordi (2012). *Pla d'empresa d'una planta de cogeneració per biomassa*. Recuperat l'abril del 2012 des de: <http://upcommons.upc.edu>
- Xavier Flotats, et. al. (2008), *Producció de biogàs per codigestió anaeròbia*. Recuperat el maig del 2012 des de: <http://www.icaen.net>

Pàgines web

- Anònim (2012), *Ambientum*. Recuperat l'abril del 2012 des de: <http://www.ambientum.com>
- Axel Falcón, et. al. (2009). Artículos Bioelectricidad. Recuperat el febrer del 2012 des de <http://www.smbb.com.mx>
- Besel, S.A. (2007). Biomasa: Digestores anaeróbios. Recuperat el març del 2012 des de <http://www.idae.es>
- Ecobiogàs (2010), *ruralcat.net*. Recuperat el març del 2012 des de <http://www.ruralcat.net>
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio(2007). *BOE-A-2007-10556*. Recuperat l'abril del 2012 des de <http://www.boe.es>

Documentals

- Durant, Xavier (director). (2010). *Biogàs dels purins, una opció eficient (documental)*. Disponible a Televisió de Catalunya SA.
- Ribas, Maritxell (productor), Salvat, Joan (director). (2003). *Què en fem, dels purins? (documental)*. Disponible a Televisió de Catalunya SA.

7. Annexos

7.1 Annex 1. Entrevista realitzada a Valentí Muñoz

Nom: Valentí Muñoz, 64 anys.

Nom empresa: Valentí Muñoz SL, Bag Manure Digestor (Nilam).

Activitat: Valentí Muñoz SL es dedica al món dels plàstics, sobretot envasaments. Bag Manure Digestor és l'empresa que és dedica a la instal·lació de sistemes de digestió anaeròbia.

Antiguitat: Valentí Muñoz SL va ser creada fa trenta-cinc anys i Bag Manure Digestor fa dos.

1. Com et vas posar en el tema de la producció de biogàs? Per l'experiència de veure com sota el plàstic d'una bassa de granja, on si havien abocat purins, es formaven unes bombolles de gas. També amb l'aparició del protocol de Kyoto, es va començar a pensar en una manera de reduir l'impacte mediambiental produït per les dejeccions ramaderes.

D'aquí que es va fer el projecte d'una planta que cremes el gas produït de forma controlada per reduir les emissions de metà, a partir del projecte (i un cop construït) va anar evolucionant fins a l'estat actual, amb una caldera crema el biogàs que s'aprofita per escalfar les quadres dels garrins (sempre han d'estar a una temperatura entre 28 i 30°C)

2. Quant temps fa que t'hi dediques? El projecte inicial es va començar a fer en aparèixer el protocol de Kyoto (any 2002), però la realització d'aquest va començar fa 2 anys, amb la fundació de l'empresa Bag Manure Digestor.

3. Per el ramader surt rendible i amortitza ràpid la instal·lació d'un sistema de digestió? Rendible per el ramader si, ja que suposa un estalvi de la calefacció total (en el cas del primer prototip, el Pujolar, només un 50-55% de la producció de calefacció ja que el digestor no estava pensat per fer calefacció només per cremar el gas).

L'amortització però és més llarga, aproximadament uns 4 anys, ja que la inversió inicial és molt elevada,

- 4. A part de la producció de calefacció hi ha algun benefici secundari, sobretot per reduir el factor contaminant dels purins?** Si, amb la digestió anaeròbia s'eliminen els patògens i les males olors i deixa el material homogeni. A més, després de passar per el digestor, els camps poden assimilar més quantitat de purins que normalment.

Un altre benefici, que és pel que inicialment es plantejava el projecte, és que el metà és crema produint CO₂ que té un efecte hivernacle inferior.

- 5. Només es pot aplicar a les dejeccions d'una explotació ramadera o es pot tractar qualsevol material biodegradable?** Es pot tractar qualsevol material biodegradable, tot i que en el cas de la planta de el Pujolar es tracten únicament els purins produïts en aquesta.

- 6. El funcionament de les teves instal·lacions produeix calefacció, perquè no ampliar-ho a electricitat utilitzant la cogeneració?** El motiu principal és que per una única explotació ramadera, un motor de cogeneració és massa gran i té un cost molt elevat, ara bé es podria utilitzar un grup electrogen (burra), l'inconvenient principal per això és que no estan perfeccionades per cremar biogàs i tenen una vida útil molt curta.

- 7. Segons la quantitat de matèria que entre el digestor es pot fer valor aproximat dels metres cúbics de biogàs que es podran produir?** Aproximadament per una tona de purí es produeixen entre 15-19 metres cúbics de biogàs, ara bé, com que la composició del purí no és sempre la mateixa aquest només és un valor aproximat, es poden donar etapes en què és superin els 19 metres cúbics o que sigui inferior als 15, per aquest motiu es separa el purí bo (produït normalment) del dolent (produït durant la neteja, té un contingut d'aigua molt alt).

8. Teniu moltes granges interessades en els vostres projectes? Interessats n'hi han molts, però queden frenats per els costos d'inversió inicial tenint en compte que no hi han ajuts per aquest tipus de projectes. Tot i així, actualment estem tirant endavant un projecte a Girona amb la satisfacció personal i professional que això comporta.

