

APROFITAMENT DE RESIDUS AGRO-PECUARIS: DIGESTIÓ METANOGENÈICA DE RESIDUS PORCINS

per

JOSEP TURET I CAPELLAS

ENCOS, S. A., Vic

1. INTRODUCCIÓ

Encara que la trobada, motiu d'aquesta comunicació, presenta el títol de: «*Relacions entre la recerca experimental en Física i Química i la Producció Industrial*», resulta que hi ha un biòleg que també hi participa amb una ponència lliure. Dic això, en primer lloc, perquè vull donar les gràcies per voler-me dins aquest marc, però, a més, per fer notar que cal que ja ara ens comencin a tenir en compte com a possibles investigadors dins la indústria, la qual cosa pocs anys enrera pràcticament no es donava al nostre país.

La ponència que es presenta ha estat estructurada en tres apartats. Primerament, s'exposa l'evolució del programa *Biogas* que es porta a terme a ENCOS, S. A.; en segon lloc, una síntesi de les nostres investigacions; i, finalment, es dóna a conèixer la recerca que es pensa realitzar en el futur.

2. EVOLUCIÓ DEL PROGRAMA BIOGAS

L'any 1979, Enginyeria, Construcció i Serveis (ENCOS) comença a treballar en el tema *Biogas*, com a solució als problemes de contaminació ambiental, i en l'obtenció d'energia a baix cost a partir de residus orgànics.

Durant els anys 1980 i 1981, ENCOS efectua una tasca de reco-

pilació d'informació sobre el tema i decideix adoptar la digestió termòfila dels residus, donats els seus avantatges tan higiènics com del mateix procés (per exemple: reducció de la mida del digestor, en poder disminuir el temps de retenció del material a digerir). Al mateix temps i després d'una revisió de les empreses europees que treballaven en el tema, es posà en contacte amb ABETONG-SABEMA (empresa sueca que ja tenia avançats estudis sobre aquesta digestió termòfila) i començà un projecte conjunt per al desenvolupament del programa *Biogas*. Aleshores, es realitzaren una sèrie d'estudis, anàlisis i proves al laboratori i *in situ* per a la confecció d'una planta de biogas en una granja de porcs de cicle tancat (granja de *Les Feixes*, situada a Orís [Osona]).

L'any 1982 s'installa una planta estàndard termòfila d'experimentació en la granja i s'efectua l'activació (START-UP) del procés. Aquesta digestió termofílica també és avaluada alhora amb 4 digestors de laboratori situats al Departament de Biogas d'ENCOS i alimentats amb feines de *Les Feixes*.

Al mateix temps, es comença la construcció d'una planta de 600 m³ de capacitat, definitiva per a la granja de *Les Feixes*.

En detectar-se problemes d'inhibició de la digestió termofílica amb fems de porc, tant en els digestors de laboratori com en la planta estàndard, comencen a efectuar-se estudis comparatius entre la digestió termofílica i la mesofílica en el laboratori. Així, s'installa un cinquè digestor, aquest mesofílic, i s'afegeixen additius a dos dels digestors termofílics. Aquests additius tenien com a missió rebaixar el contingut d'amoníac dels digestors, el qual estimàvem com a agent inhibidor.

Amb tot això, s'avaluà una major producció de biogas en la digestió mesòfila, tot i que amb els additius afegits s'assolia duplicar pràcticament les produccions en els termofílics, confirmant-se així l'acció de l'amoníac com a agent inhibidor.

A principis de 1983, s'installa un nou digestor de referència, també mesofílica, al laboratori i es comença (4/2/83) un START-UP de tractament anaeròbic mesofílic en la planta pròpia i ja acabada de *Les Feixes*. Aquesta activació de la planta ja ha arribat als seus estadis finals i se seguirà el tractament mesofílic fins que els resultats amb termofílic en el laboratori siguin absolutament òptims amb els fems de la granja.

3. SÍNTESE DE LA RECERCA EFECTUADA

Cal que separem els estudis realitzats i, per tant, llurs resultats en 4 fraccions ben diferenciades per a poder-los revisar d'una forma ràpida però precisa.

3.1 *Anàlisi dels fems d'alimentació i del contingut i efluents dels digestors*

Pel seguiment d'una digestió anaeròbica metanogènica no n'hi ha prou amb tenir referències del producte resultant immediat (biogas), sinó que cal conèixer uns paràmetres bàsics del material d'entrada al digestor (en el nostre cas: fems o purins de porc) i també del contingut del mateix i de l'efluent que en surt. En digestors d'una sola cambra de digestió, el contingut del digestor es pot avaluar, si hi ha homogeneïtzació interna, senzillament analitzant l'efluent que en surt. Ara bé, si el digestor presenta compartiments, com és el cas de la planta de 600 m³, en la qual existeix una precambra interna, aleshores cal mostrejar i analitzar també el contingut interior.

Les anàlisis que s'han realitzat del material de digestió han estat dels següents paràmetres:

- Sòlids totals (T.S.)
- Sòlids volàtils (V.S.)
- Alcalinitat
- Àcids grassos volàtils (V.F.A.)
- pH
- Nitrogen amoniacal
- Nitrògens totals (en algunes mostres determinades).

Purins o fems d'alimentació

S'han portat a terme les anàlisis de:

- 46 fems diferents utilitzats en els digestors del laboratori.
- 60 mostres del fems que s'ha anat entrant a la planta estàndard.
- 64 mostres del fems introduït, al llarg del temps, a la planta de 600 m³.

De tot això, podem dir que s'han avaluat per la digestió metanogènica fems des de 0,5 % fins al 12 % de T.S. i des de 0,28 % fins 10 % de v.s.

Els purins d'utilització més freqüents i, per tant, més representatius de la granja, oscil·len entre 2,5 i 5,5 % de T.S., dels quals, al voltant d'un 70 %, són v.s.

Els paràmetres alcalinitat i v.F.A., conjuntament, són de gran vàlua per a la detecció d'activitat de digestió metanogènica i, per tant, en els fems d'alimentació ens donen sobretot una caracterització referencial.

El pH en què es solen presentar els purins de porc es situa entre 7,1 i 7,7, tot i que en el cas dels que procedeixen de porcs petits poden obtenir-se valors més àcids (fins a 6,6).

El $\text{NH}^+ \text{-N}$ mostra una gran variabilitat (1.000-4.800 mg/Kg), però normalment es troba entre 2.500 i 3.000 mg/Kg. Els valors més elevats els presenten els fems procedents d'engreix.

Contingut i efluents dels digestors

S'han efectuat les anàlisis de:

- 168 efluents dels digestors del laboratori.
- 73 efluents de la planta estàndard.
- 23 efluents de la planta de 600 m³.
- 99 mostres del contingut del digestor de 600 m³.

Aquestes anàlisis, com és lògic, han donat resultats molt variables depenent dels fems d'entrada i de les condicions del moment del digestor, però proporcionen una gran informació pel seguiment de l'evolució d'una determinada planta de biogas.

En general, cal remarcar que s'han detectat reduccions dels v.s. fins a valors de la relació v.s./T.S. de 61 % en efluents mesofílics i, en moments òptims en la producció de biogas, també en els termofílics.

En segon lloc, els valors de pH en què es desenvolupa la digestió metanogènica amb fems de porc sol situar-se al voltant de pH 8 (7,9 - 8,1 en tractament mesofílic), encara que termofílicament s'han detectat valors de pH 8,5.

Finalment, l'alcalinitat sol augmentar en relació a la dels fems d'entrada, mentre que el valor dels V.F.A., si la digestió és òptima, sol disminuir. Aleshores, en digestors que funcionen correctament, la relació alcalinitat/V.F.A. presenta valors entre 2 i 3, essent superiors quan l'activitat microbiana és òptima o bé quan l'alimentació dels digestors és baixa (alts temps de retenció).

3.2. Digestors de laboratori

El procés de digestió metanogènica amb fems de porc s'ha avaluat en el laboratori amb digestors de 5 litres de capacitat, situats en banys termostàtics, i funcionant 4 termofílicament i 2 mesofílicament. Aquests digestors estan formats per un flascó PYREX de coll estret, tapat a pressió i segellat hermèticament, el qual presenta un conducte per a la sortida d'efluent i l'entrada dels fems a digerir i un segon conducte per a la sortida del biogas. Aquest biogas entra en un altre flascó del qual desplaça una dissolució que ens serveix per a la mesura del gas produït.

Aquests digestors han estat de gran utilitat per a la comparació dels dos tipus de digestió. Així per exemple, amb un temps de retenció de 13 dies s'obteniren les següents produccions:

- *Digestors 1 i 2* (termofílics i sense additius):
220,85 i 323,01 l biogas/Kg V. S., respectivament.
- *Digestors 3 i 4* (termofílics i amb additius per rebaixar la concentració d'amoníac del digestor):
430,34 i 511,87 l biogas/Kg V. S., respectivament.
- *Digestor 5* (mesofílic):
629,51 l biogas/Kg V. S.
- *Digestor 6* (mesofílic de referència; treballant amb 33 dies de retenció):
699,69 l biogas/Kg V. S.

Com es pot veure amb aquests resultats, els índexs de producció de biogas en la digestió metanogènica de fems de porc són més elevats amb la utilització del tractament mesofílic. Cal dir que s'estan efectuant noves experiències en relació a la disminució de la concentració d'amoníac i de $\text{NH}_4^+\text{-N}$ del digestor per aconseguir l'augment de la producció de biogas en els digestors termofílics.

3.3. *Planta estàndard d'experimentació*

És una planta cilíndrica horitzontal de 40 m³ de capacitat, amb la qual s'ha experimentat el tractament termofílic de purins porcins. Durant més d'un any i conjuntament amb els 4 digestors termofílics situats en el laboratori d'ENCOS, aquesta planta ha servit per avaluar aquest tipus de digestió.

Després de la seva activació, s'han experimentat fonamentalment dos períodes d'alimentació. Durant el primer període, amb una alimentació diària de 4 m³ i, per tant, funcionant la planta amb 10 dies de retenció, s'han obtingut unes produccions de biogas que no han estat mai òptimes. Aquestes produccions han oscil·lat entre 280 i 380 l de biogas/Kg V. S., indicant una certa inhibició de l'activitat de les soques bacterianes termofíliques amb el fem propi de la granja. La producció màxima detectada s'ha situat al voltant de 45 m³/dia.

En el segon període d'alimentació, el funcionament fou amb 7 dies de retenció (6 m³/dia) i les produccions obtingudes normalment es situaren al voltant de 350 l de biogas/Kg V. S. (s'han calculat: 379,4 i 342,3 l de biogas/K V. S.). Ara bé, durant un curt període de temps en aquest estadi d'alimentació, s'aconseguien unes condicions òptimes en el cultiu bacterià i, per tant, produccions de 438,6 l de biogas/Kg V. S., de manera que les produccions diàries se situaren a 85 m³ de biogas i, fins i tot, es pot citar una producció puntual de 100 m³/dia.

Cal assenyalar que aquesta planta ha funcionat en paral·lel durant 5 mesos amb la de 600 m³ (mesofílica), i que, per tant, ha permès comparar, fent-se servir el mateix tipus de fems per l'alimentació de les dues, la digestió mesòfila i termòfila amb fems de porc en plantes industrials.

3.4. *Planta de 600 m³ de Les Feixes*

Es tracta d'una planta amb un digestor cilíndric vertical i d'una capacitat real per a purins de 550 m³. El tractament dels purins porcins en aquesta planta ha estat fins ara de característiques mesofíliques.

S'ha efectuat pràcticament tot el procés d'activació (START-UP) i en els seus diferents passos o estadis d'alimentació sempre s'ha

aconseguit un índex de producció superior als 500 l de biogas/Kg V. S. Cal dir que s'ha arribat als 12,5 dies de retenció amb una producció màxima de 717,5 m³ de biogas/dia (12-6-83).

Actualment, hem estabilitzat l'alimentació al voltant de 30 m³/dia (18,3 dies de retenció), a causa que la granja ha disminuït el contingut de caps de bestiar durant el període estival. En aquest règim d'alimentació, s'ha aconseguit, amb uns fems de 5,9 % de T.S. i 4,45 % de v.s., una producció màxima de 629,5 m³ biogas/dia.

Amb tot això s'estima que, amb purins d'un 4 % de v.s. i actuant amb 10 dies de retenció, poden aconseguir-se unes produccions diàries de 1.000 a 1.100 m³ de biogas.

Cal advertir que tot aquest biogas pot ésser utilitzat com a font energètica per a la granja, sia per a calefacció, quan es crema directament, sia per a la producció d'electricitat. Cal remarcar les paraules *tot aquest biogas*, ja que en utilitzar per a la producció d'electricitat un grup generador amb motor a explosió, amb la refrigeració del motor i amb els mateixos gasos calents del tub d'escapament s'aconsegueix l'escalfament dels fems d'entrada al digestor i el manteniment de la temperatura adequada per al procés de digestió.

4. RECERQUES FUTURES

A part de la continuïtat, absolutament necessària i important, en aquesta recerca pel millorament de la digestió metanogènica termòfila, s'estan començant al laboratori d'ENCOS, i probablement en coordinació amb un departament universitari, estudis sobre la qualitat dels efluents dels digestors per a llur utilització, sia en forma d'aspersió, sia en forma de concentrat sòlid, com a adob pels conreus agrícoles.

Així mateix, també es començaran enguany estudis microbiològics comparatius del poder higienitzant del tractament mesofílic en relació al termofílic. Per aquest cantó s'estan buscant també ajuts i col·laboracions universitàries.

Cal remarcar aquí i ara l'agraïment al COMITÈ INTERDEPARTAMENTAL DE RECERCA I INNOVACIÓ TECNOLÒGICA (CIRIT) per l'ajut que representa la seva subvenció a aquesta investigació que es porta a terme. Investigació que fins ara ha desenvolupat ENCOS directament al

seu laboratori amb la finalitat d'implantar una nova tecnologia i que, a partir d'aquest moment, entenem que hauríem de fer-ho conjuntament amb la recerca en departaments universitaris. D'aquesta manera es podria estudiar tot l'ampli ventall que representa un coneixement profund de la digestió anaeròbica metanogènica, tant en l'aspecte higienitzant com en l'aspecte de la utilització del material tractat per a diferents finalitats, conceptes complementaris i tan importants socialment com l'estalvi energètic.

Nota: Les produccions de biogas, que s'han exposat en aquesta comunicació, han estat mesurades a les pressions de 150 mm de columna d'aigua, per terme mitjà, en els digestors del laboratori, i de 400 mm de columna d'aigua, en les dues plantes (planta estàndard d'experimentació i planta de 600 m³).