

LA BIOENERGIA A CATALUNYA I LES SEVES APLICACIONS TECNOLÒGIQUES

per Antoni Suqué

30 (422/juliol 1981

ciència 7)

La bioenergia és l'energia obtinguda a partir de la biomassa. Aquesta es defineix com el conjunt de la matèria orgànica existent, vegetal, animal o procedent de la seva transformació natural o artificial, mentre conservi la qualitat per a servir d'aliment a algun ésser vivent, inclosos els microorganismes. La biomassa és avui objecte d'una activa investigació, especialment com a dipositària de l'energia produïda per la fotosíntesi de la llum solar i en l'aprofitament per a la combustió, o la transformació en productes energètics, ja sigui per una acció biològica (bioconversió), per una acció d'escalfament intensiu (piroconversió), o per tractaments químics o fisico-químics (assecament, trituració, decantació, destil·lació, filtració, etc.) segons la forma en què es troba. La biomassa després d'utilitzada com a aliment o com a material per a l'edificació o la indústria, etc., encara pot recomptar-se com a massa degradada, útil per a aprofitaments energètics. Aquest article comença amb un recompte de la biomassa disponible a Catalunya per a possibles aprofitaments energètics

Antoni Suqué i d'Espona (Vic, 1907). Després de seguir el seu pare per diversos indrets, a causa de la seva carrera consular, s'establí a Barcelona l'any 1923 i estudià enginyeria industrial. Treballà a la indústria vidriera a Gijón, Jerez i Barcelona. L'any 1960 establí una oficina d'informació i de projectes industrials. L'any 1978 passà a ocupar-se de la bioenergia en el si de la comissió d'energia de l'Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya. Sobre aquest tema, ha publicat diversos articles a "Mundo Industrial" i ha donat forces conferències.



L'any 1977 es va realitzar un recompte, que avui hem intentat posar al dia, de la producció de biomassa agrícola, forestal i degradada. Entre aquesta darrera no s'inclouen els residus de les indústries papereres, ni de les altres grans indústries. El valor de la biomassa agrícola de Catalunya es va englobar dins el de la resta d'Espanya, deduint-ne gran part del valor de la palla. Avui dia ha calgut fer noves comprovacions i alguna rectificació dels valors de la biomassa forestal, en vista del gran augment que hi ha hagut en la producció de fusta i per tant de les deixalles forestals, en aquests dos darrers anys. En el quadre 1 són indicats els resums de les existències totals en cada una de les formes de biomassa agrícola, forestal i degradada.

En total hi figuren 6,75 milions de tones de biomassa seca amb un valor energètic de 4,05 milions de tones de carbó equivalents (carbó de 7.000 kCal/kg).

En el quadre 2 s'indica la superfície de Catalunya, amb la distribució del sòl segons la seva utilització i amb la producció de biomassa en cada grup (pel nombre d'habitants en la biomassa degradada). Sembla que la producció forestal computada per hectàrea és molt baixa, àdhuc

tenint en compte que està per sobre dels resultats trets de les estadístiques oficials, que per a l'any 1977 donaven una producció de 0,7 MTec per als 20.000 Km² de bosc.

Com direm més endavant, la producció podria incrementar-se més del doble amb una gestió ecològica del bosc ben portada. El còmput de l'existència de la biomassa agrícola creiem que està més ajustat a la realitat, si bé hi ha incloses les palles que en part són ja utilitzades, però compten com a revaloritzables perquè en llur utilització actual s'obté un rendiment tan baix que es malmet quasi tota l'energia.

Per a tenir una idea de la importància d'aquest valor de 4,05 MTec de la biomassa total a Catalunya podem establir una comparació amb el valor total de consum d'energia a Catalunya que dona Joan Miró per a l'any 1977 i el d'alguns consums parcials:

Consum total a Catalunya el 1977	10,476 MTec
	MTec
Consum de fuel-oil per a la producció elèctrica	1,428
Consum de fuel-oil per a la indústria restant	1,533
Consum de carbó per a producció elèctrica	576
Total per aquests conceptes	3,537

En el valor de 4,05 MTec computat s'han inclòs els de la biomassa seca dels llots de les aigües residuals i de les escombraries humides i així mateix tota la massa residual agrícola

tova, que en part seran dedicades a una fermentació anaeròbia. Tenint en compte que el rendiment energètic de la fermentació és mitjà d'un 40 per cent per terme tan sols les disponibilitats quedaran disminuïdes. Si aquestes fermentacions han d'afectar un 25 per cent de la biomassa total, la quantitat de gas quedaria en 0,4 MTec i el total d'energia disponible seria encara de 3,4

Quadre 1. Recompte de la biomassa residual i de subproductes aptes per a aprofitaments energètics; en tones de residu sec i en MTec.

Biomassa agrícola residu sec	MTon	MTec	Conversió
Palla, plantes velles, fems, herba adventícia o marginal	2,12		Digestió (Compost i gas). Combustió o gas pobre
Podats d'olivera, de vinya d'arbres fruiters	0,66		Combustió Piroconversió
Residus d'elaboració, (embalatge, fabricació, rebuigs, etc)	0,33		Bioconversió Digestió
TOTAL producció anual	3,11	1,87	
Biomassa forestal			
Producció de fusta = 846.000 m ³			
Residus de la collita al bosc	0,56		Piroconversió combustió
Residus de serreria i de elaboració	0,46		Piroconversió combustió
Residus llenyosos del bosc desarborat	0,42		Piroconversió
Residus flonjos de bosc	0,85		Combustió, gas pobre
TOTAL producció anual	2,29	1,37	
Biomassa degradada			
Escombreries (materia orgànica)	1,17		Digestió Combustió
Aigües residuals Pobles, ciutats i granges Residu sec	0,18		Digestió, decantació parcial
TOTAL producció anual	1,35	0,81	
TOTAL DE BIOMASSA A TOT CATALUNYA	6,75	4,05	

Quadre 2. Mitjanes de producció de biomasses.

		Ton. Per Ha i Any	Per habitant
Superfície total de Catalunya	32.052 Km ²		
Superfície forestal arborada	12.715,5 Km ²		
Superfície forestal desarborada	7.527 Km ² (20.242,5)		1,14
Superfície agrària	11.404 Km ²		3,1
Superfície improductiva	416 Km ²		

MTec, que representa un 31,5 per cent del total consumit. S'ha d'advertir que a les zones considerades com a mediterrànies seques, entre les masses forestals, que comprenen 7.527 Km² de bosc desarborat, n'hi ha una quantitat considerable que s'ha cobert espontàniament de masses forestals de pi blanc, el qual no ha estat collit perquè com a fusta i com a llenya se li dona un valor nul. Cada primavera i tardor humides creixen grans quantitats de plançons que en les secades de l'estiu següent s'agosten i constitueixen una massa seca que propaga fàcilment els incendis. Però en sobreviuen prou perquè en els vint-i-cinc o trenta anys que no s'han tallat, cobreixin extenses terres i constitueixen una massa impressionant.

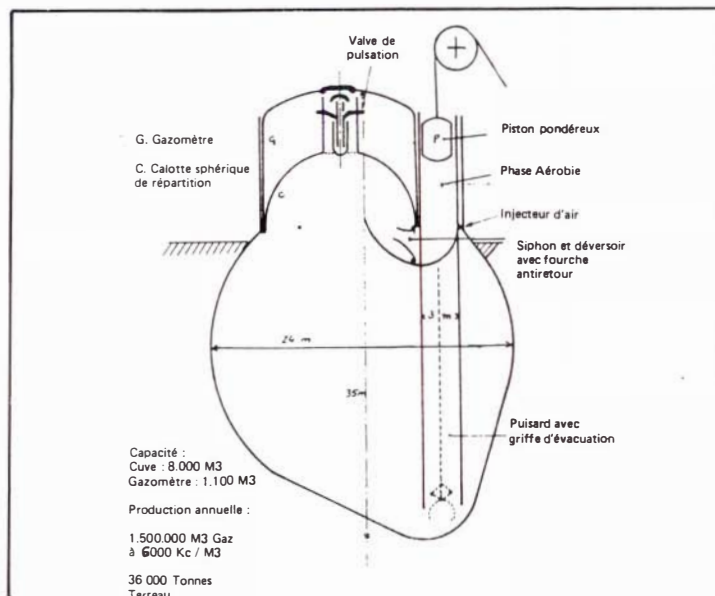
Avui dia la fusta del pi blanc pot ser excel·lent combustible industrial. Les existències actuals a les zones mediterrànies i en general a tot l'Estat són ja considerables. Si es realitzés una repoblació d'aquestes zones i una explotació d'acord amb les experiències ecològiques, la producció de les terres repoblades de bosc actualment desarborat, completada amb les plantacions de terres agrícoles abandonades, bastaria per a cobrir les necessitats actuals de fuel-oil i carbó de tot l'Estat espanyol.

Mètodes de revalorització de la biomassa

Quan un tipus de biomassa es troba acumulada en quantitats suficients i és neta, sovint la manera d'aprofitar-la amb més benefici és la de tractar-la amb mètodes biològics per a la fabricació d'aliments o productes per al bestiar. Generalment aquests tipus d'aprofitament no es dediquen a productes energètics. La manera més freqüent d'utilitzar la biomassa és la de sotmetre-la a algun tractament de conversió biològica (*bioconversió*) o a alta temperatura (*piroconversió*).

Bioconversió

Generalment l'aplicació de llevats o ferments selectes o enzims no s'usa més que per a la producció o millora dels aliments. La



Projet de digester (Font: Gilbert Ducellier: Productions de méthane et de compost et leur utilisation dans comissio tecnica d'energia, Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya: Jornades de bioenergia, Barcelona, 1980)

utilització de l'alcohol com a carburant seria també possible en alguns casos particulars, però és un mètode poc interessant pel cost excessiu de l'obtenció de l'alcohol anhidre en les columnes rectificadores, i només s'aplica al Brasil.

La fermentació metànica anaeròbia no necessita una rectificació com la del l'alcohol, cosa que la fa molt més rendible. Tampoc no necessita ferments especials, sinó una barreja de gran nombre de microorganismes, i l'operació s'anomena digestió. És corrent a tot el món la utilització de la digestió anaeròbia per als tractaments de la biomassa humida i contaminant, i es pot aplicar a tots els productes vegetals en estat de suficient divisió. (serradures, paper, palla, herba, aliments, etc.). Es realitza espontàniament al fons dels pantans, a la terra dels boscos, a les clavegueres, als femers, etc.). Modernament ha estat estudiada i s'ha millorat la recollida dels gasos i la manera d'aconseguir que no produeixin males olors i que no es perdin a l'atmosfera. Per a una bona digestió s'ha de començar amb un període de digestió aeròbia, en el qual s'han d'aconseguir temperatures del voltant de 70° C. Aquestes, junt a la gran acció simultània o successiva d'uns microorganismes sobre els altres durant les dues fermentacions. (l'aeròbia i l'anaeròbia), deixen destruïts tots els gèrmens patògens, tant de bacteries com virus, cucs, protozous, etc. Els fems corrents i les aigües brutes no tractades, si no han estat sotmesos a fermentacions d'aquest tipus, contenen sovint gèrmens de la pesta porcina, de triquina o tènia, de carbuncle, glosopeda, tuberculosi i altres, segons s'ha pogut comprovar, i per tant cal desinfectar-los.

Les formes dels digestors són nombroses i també el sistema que se segueix per a obtenir la fermentació. Els sistemes americans són molt complicats i per a ser rendibles han d'aplicar-se a instal·lacions de gran volum. Com els de tots els països, es necessita el *Know How*, o saber resoldre els problemes que es poden presentar. Sembla que els apliquen sobretot a les grans explotacions de cria de porcs, a les zones on no arriba el gas natural, ja que diuen que en aquest cas el biogas produït és sempre rendible.

Els digestors per a la fermentació de deixalles brutes

S'ha de distingir entre els tipus de digestors que en podríem dir propis per a països industrialitzats, els quals s'apliquen a aigües residuals —que són els més corrents—, i els d'escombraries o deixalles i els de fems— aquests darrers eminentment rurals. A les granges i a les poblacions rurals, la fermentació anaeròbia pot aplicar-se a les deixalles familiars de matèria orgànica, els fems de bestiar major i aviram o la palla de jaços de bestiar mig alterades. Totes aquestes deixalles que avui alteren la fesomia i la sanitat dels veïnatsges de molts pobles, tractats en digestors poden produir una quantitat de gas equivalent a 300 m³ de gas de 5.800 a 6.000 kCal/Nm³ per cada tona de residu sec de matèria orgànica, per terme mitjà.

A més, el residu de la fabricació sofreix una transformació en un compost (encara no madur del tot), que si es conserva humit, conté tots els elements de potassa i fòsfor i oligoelements que contenen els materials de fermentació, així com la calç i la majoria del nitrogen, combinats amb matèria orgànica i fàcilment assimilables per les plantes.

Els tres avantatges d'obtenir un compost excel·lent, una quantitat considerable de gas, amb un mètode perfectament regulable i sense gairebé mà d'obra i totalment higiènic, fan aquest mètode de digestió quasi es pot dir que imprescindible en un poble rural modern.

Actualment hi ha en el mercat un tipus de digester anaerobi, de 12 m³, discontinu, capaç de produir entre 30 tones de compost amb 80 per cent d'humitat per any i 1.800 m³ de gas, a partir de 6 tones de residu sec de deixalles i fems, etc. o 60 tones de compost i 3.000 m³ de gas, a partir de 12 tones de residu sec. Aquest digester generalment es munta juntament amb un segon digester, de manera que ambdós formen un mòdul. Si s'ha de muntar en un poble o grup de cases, es pot preveure de muntar-ne uns quants en bateria, sota cobert, amb unes eres veïnes en les quals s'ha d'acabar la maduració del compost i amb les instal·lacions de distribució de gas o d'aprofitament d'aquest per a la producció d'electricitat, o de bombones contenint el gas a pressió per a ser utilitzat com a carburant per a motors.

Per a la digestió de més de 200 tones l'any, es pot preveure un altre tipus de digester, de marxa discontinua, que pot fer-se per ara capaç d'absorbir les escombraries d'un poble de fins uns quatre mil habitants (màxima unitat que s'ha construït fins ara a França).

Digestors per a aigües brutes de granges

Són els més antics, i s'apliquen a gairebé tots els pobles asiàtics on abunda el bestiar porcí.

Per a les granges es pot aplicar un mètode semblant al que hem descrit per a les deixalles sòlides, però donada la quantitat d'aigua que contenen, les aigües brutes quasi sempre s'han d'escalfar abans de la fermentació aeròbia i s'han d'activar les fermentacions amb una activa circulació, i amb injecció d'aire, generalment durant un període aerobi. Amb això s'obté una reducció important en el temps de fermentació, amb estades en el digester de menys de quinze dies.

Les purines de granja contenen una quantitat important de llots i la quantitat de gas que produeix la fermentació és considerable. Per exemple, una bona vaca lletera produeix fins a 1.500 litres de gas per dia i una truja de cria uns 900 litres entre ella i els godalls. D'aquestes quantitats, però, s'ha de deduir la de gas que es gasta per a la calefacció dels digestors, que a l'hivern arriba al trenta per cent més o menys i a l'estiu pot ser nul·la.

PIROCONVERSIÓ BIOMASSA SECA	PROCÉS	PRODUCCIÓ	SUBPRODUCTES
Llenya, fusta, palla canyes, herba, residus agrícoles, forestals, municipals	Combustió	Calor	Gasos, cendres, incremats
Llenya, fusta, residus sòlids	Carbonització, calefacció directa,	Carbó amb gas de piròlisi,	Brea
Tota la biomassa	Gasificació amb aire (gasògens)	Gas pobre, gas de llenya	Cendres, incremats, calor (recuperable)
Íd.	Cotització	Àcid pirolignós, carbó, quitrà	Gasos combustibles, cendres
Íd. Quitrà	Piròlisi amb vapor en espai clos	Gas de síntesi (<i>Ayngas</i>), gas altes calories	
Carbó vegetal, biomassa selecta	Gasificació (gas d'aigua)	Gas calories mitjanes	

Purificació de las matèries orgàniques dissoltes

per a una combustió directa després d'assecar-les.

L'aigua que surt d'aquesta digestió està depurada de microorganismes (pasteuritzada), però conté encara una quantitat excessiva de matèria orgànica i no pot ser abocada als cursos d'aigua públics. En alguns casos és sotmesa a una depuració aeròbia amb clarificació i floculació, amb aprofitament dels llots per a una nova producció de gas en un altre digestor, però generalment als països càlids (Taywan, Israel, sud del EUA) es prefereix utilitzar les aigües per a la producció de plantes aquàtiques, algues filamentosos o microscòpiques, i a continuació, per a acabar la depuració, en basses de peixos o crancs, etc., i finalment per a regar plantes no destinades a l'alimentació (cotó, tabac, fruites amb clova, etc.).

Cultius energètics en aigües semidepurades

Aquests tipus de plantacions són activament experimentades a tot el món, especialment als països càlids. Les aigües microscòpiques han merescut l'atenció dels EUA en països tropicals i donen unes produccions de més de 150 tones de residu sec per ha, molt superior a l'energia que normalment ens arriba en forma de radiació solar fotosintètica, a causa que assimilen macromolècules contingudes a les aigües, sense descompondre-les. A més, la quantitat de proteïnes que contenen, arriben a vegades a més d'un setanta per cent. El poder calorífic és també de més de 6.000 kCal/kg. L'informe realitzat sobre aquests cultius fou fet l'any 1979 i només estudia la possibilitat d'aprofitament energètic d'aquestes aigües. El principal desavantatge de llur explotació és la dificultat de separació per filtració i centrifugació, però per fermentació anaeròbica o per floculació potser podrien ser útils com a productores de gas o

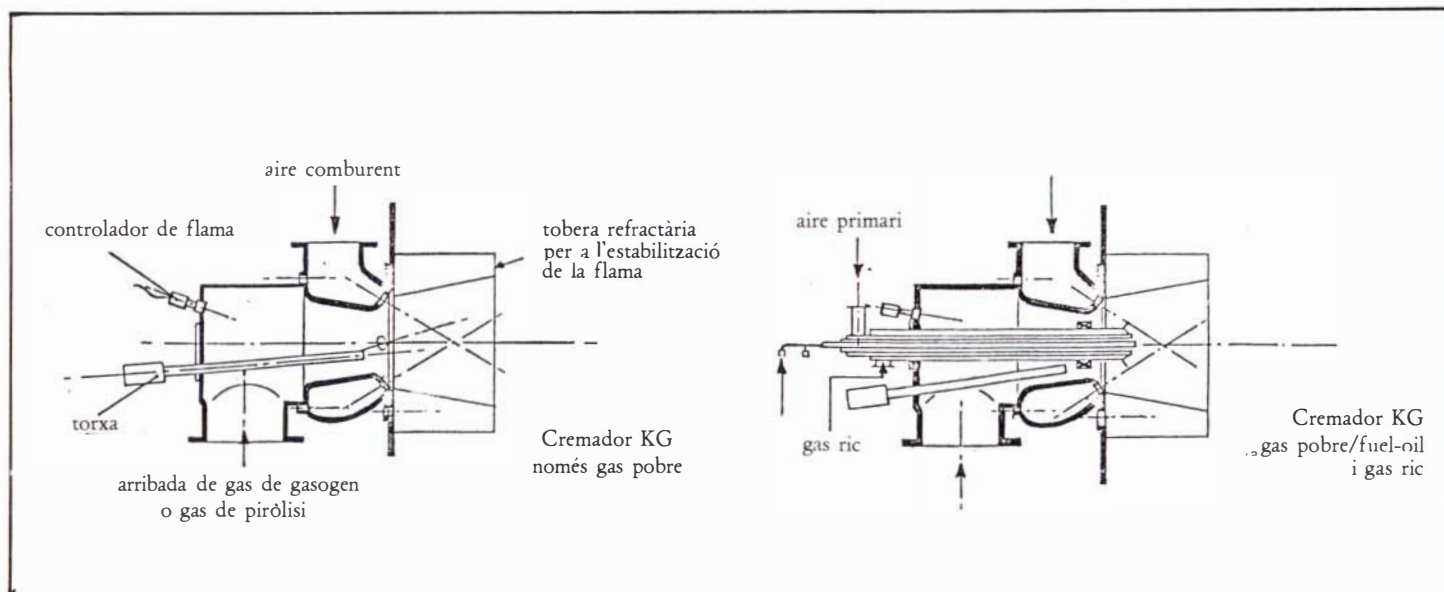
Biogas de llots de clarificació

Les ciutats de més de quatre mil habitants, i especialment entre deu mil i cent mil habitants, tenen a llur disposició un procediment de depuració posat a punt a l'Europa Central en el qual se separen els llots de clarificació i es produeix prou gas per a la producció de tota l'energia que necessita la depuradora, cosa que, segons l'empresa, redueix el cost de la depuració en un 33 per cent, ja que l'altre 33 per cent és el cost de la mà d'obra i el 33 per cent restant es destina a l'amortització de la maquinària. Els estudis sobre els aprofitaments comprenen molts més temes que no podem enumerar perquè són massa nombrosos. Només ens referirem als que podrien ser objecte d'interès per a orientar la investigació en una direcció determinada o els que podrien ser aplicats immediatament.

Començarem per la fabricació del metanol o alcohol metílic. D'aquest punt ja se'n va ocupar l'any 1977 el professor Reed, del Centre d'Investigacions de Combustibles Sintètics de Concord (EUA). A partir de residus vegetals és a l'abast de qualsevol empresa química de tècnica avançada.

Es parteix del gas de síntesi o *syngas*, que té una composició teòrica de dos volums de H_2 i un volum d'òxid de carboni. Per gasificació de la brea de pi, amb àcid pirolignós a 700 o 800 °C en un recinte tancat, s'obtidria un gas de síntesi molt semblant al teòric. Per a produir el metanol, cal escalfar-lo a 300 °C en un recinte tancat, amb una pressió de 200 kg., en presència de catalitzadors a base d'òxids de zenc i de crom.

El metanol té l'avantatge sobre la gasolina d'una combustió neta, que no pot donar hidrocarburs residuals, que té un nombre d'octà al voltant de 105 i que permet una compressió



molt més gran als motors, amb augment de rendiment calorífic. Es pot barrejar amb la gasolina, millorant-ne la combustió, fins a mescles d'un 25 per cent. Com a inconvenients se senyalen una menor capacitat calorífica per litre, que en part es compensa pel major rendiment de combustió. En pot tenir d'altres, però en el moment actual té un altre avantatge que és decisiu: el seu preu de fabricació. Segons el senyor Reed, ja el 1977 era competitiu amb el de la gasolina als EUA, amb un cost entre 3,04 i 8,9 ptes per litre.

En una població com Barcelona, tindria molta utilitat començar a utilitzar-lo en els autobusos, que són els responsables d'un grau considerable de la contaminació ambiental, amb els seus gasos de combustió dirigits cap amunt per dissimular llur malifeta.

També cabria obtenir combustibles de la destil·lació del quitrà de pi, extraent-ne els terpens lleugers que donen un combustible d'alta qualitat i que possiblement es podrà obtenir en quantitat si s'organitza una indústria d'aprofitament de la llenya de pi a tot Espanya. Amb els dos combustibles es podria formar un carburant nacional per a utilitzar-lo per al transport i per a tractors agrícoles i vaixells de pesca.

Aquestes fabricacions serien, si fossin possibles, més econòmiques que les de la gasolina que realitzen a Sudàfrica, i que tenen estudiades totes les nacions que temen quedar-se algun dia sense un subministrament tan necessari, i també és més econòmic (de l'ordre de la meitat del cost) que el de fabricació d'alcohol etílic que fan el Brasil.

La combustió de la fusta i la biomassa

La tècnica de combustió del fuel-oil l'any 1930 es corresponia amb la de la fusta d'aquell temps. La d'aquesta darrera fins a l'any 1976 no havia evolucionat, mentre que per al fuel-oil s'han posat a la venda ja cremadors tan perfeccionats que permeten un domini de la flama tan complet com el que es pot obtenir amb el gas natural. La fusta, també amb els nous cremadors, ha obtingut un progrés considerable en les formes de granulació fina i mitjana, que són les que es consideraven més difícils.

La combustió a foc obert. Aparells per a la combustió de fusta i biomassa

La combustió de la fusta en trossos de gran volum rarament pot obtenir un rendiment acceptable a causa de la seva gran variació de composició, fins i tot superior a la del petroli brut. Quan es comença a escalfar en un foc obert, una llar rural o una xemeneia de saló familiar, la fusta desprèn primer l'aigua de la saba i higroscòpica que conté, fins que a uns 120-170 °C desprèn també la de composició dels elements més lleugers i, a

més temperatura, el vapor d'aigua va acompanyat d'altres gasos, alguns dels quals són combustibles però no cremen si la temperatura no és suficient (metanol, àcid acètic, CO, CO₂, etc.). Entre 300 i 400 °C es comença a realitzar la carbonització, fenomen exotèrmic, que produeix la descomposició de les cadenes de polimerització, deshidratades i inestables, de l'hemicel·lulosa primer, de la cel·lulosa després i de la lignina a més altes temperatures, en un líquid o quitrà que per la calor s'evapora o craquitza parcialment, i si la temperatura ambient no és suficient es condensa en partícules col·loïdals que ja no cremen si no aconsegueixen temperatures de més de 700 o 800 °C acompanyades d'un excés d'aire.

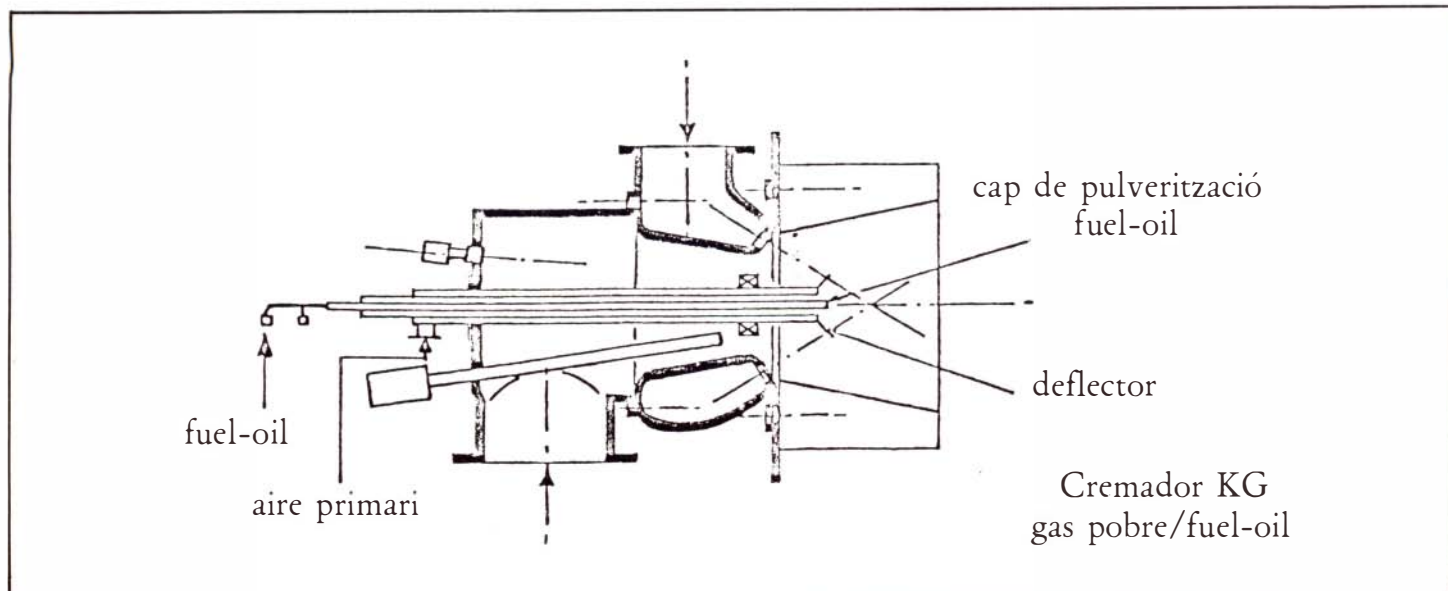
Per a la fusta dels pins, la combustió es complica encara més per la gran quantitat de matèria volàtil que desprenen. Acabada la carbonització, la part sòlida de carbó vegetal conté encara d'un 40 a un 60 per cent de les calories totals que contenia la fusta seca. Sobre aquesta quantitat s'ha de comptar com a calor de combustió que pot donar una fusta en un foc obert, i la major part se'n va encara en forma de calor latent amb els fums i l'aire en excés i sols una part de la que es desprèn per radiació i per contacte s'aprofita.

Una millor tècnica en la forma de combustió de l'aprofitament de la calor produïda, que normalment s'enduen els fums, podrà millorar el rendiment fins un 30 o 40 per cent de les calories totals de la fusta seca, en els focs oberts de fogons i xemeneies.

Combustió en focs tancats

Amb les estufes les millores poden ser considerables, ja que permeten regular l'excés d'aire necessari perquè la combustió sigui total i es pot aprofitar fins al màxim, amb intercanvi de calor a través de la xemeneia metàl·lica, que es pot augmentar amb intercanviadors de calor d'alt rendiment.

A més, les estufes es poden regular amb molta precisió i ser automatitzades si es carreguen amb trossos de fusta de mides petites, com per exemple la clova d'ametlla. Això ha portat la moda de tallar la fusta a bocins de mida d'un gram com a màxim, amb aparells que ja executen el trossejament al mateix bosc aprofitant en molts casos el mateix motor del tractor o el camió per a accionar la màquina. Aquests aparells s'utilitzaven ja als EUA l'any 1977, segons informació del senyor Reed en les jornades de 1977 del Simposi Internacional sobre Fonts d'Energia que tingué lloc el 1977 a Barcelona. L'any passat varen ser la gran novetat a França, i a Espanya hi ha també una empresa que les produeix. En les darreres Journées Forestières du TBC, que tingueren lloc aquesta primavera passada, es parlà d'aquesta maquinària i de les noves estufes, cuines, xemeneies, calderes, etc., que utilitzen els sistemes perfeccionats de combustió, generalment amb flama invertida amb dues entrades diferents d'aire, per a la iniciació de la combustió i per a la combustió dels gasos de la piròlisi o carbonització. Moltes



d'aquestes estufes tenen un dispositiu interior on hi ha un forn que assoleix temperatures de 800 °C per a impedir la formació de fums, completant la combustió de les partícules col·loïdals.

Cremadors per a brolla fina i mitjana

L'existència d'aquest tipus de combustible trossejat ha donat lloc al desenvolupament de cremadors industrials destinats a la seva combustió, aptes també per a tota classe de biomassa petita. Una empresa catalana els construeix des de fa més d'un any aplicats a calderes pirotubulars de fogar intern. Es poden classificar entre els cremadors de dispersió helicoidal, que porten en suspensió les partícules de combustible amb reciclatge dels increments. El rendiment d'aquesta caldera per a produir vapor és d'un 83 per cent, aproximadament igual que el del fuel-oil aplicat a la mateixa producció (2,5 kg. de biomassa amb 10 per cent d'humitat equivalen a 1 kg. de fuel-oil).

L'any 1978, una comissió francesa va emetre un informe sobre l'aprofitament de la palla per evitar que es cremés al camp sense cap profit. La seva opinió era que la palla s'havia de granular i cremar després en aparells amb graelles. El cost d'aquesta operació la feia inutilitzable, raó per la qual el Centre National d'Etudes et Machinisme Agricole va encarregar a una empresa especialitzada en combustió l'estudi d'una altra manera més adequada de combustió.

Cremador per a matèries de granulació fina

El resultat va ser un nou tipus de cremador per a matèries de granulació fina, format per dos cilindres concèntrics de refractari aluminós, que limiten un espai interior cilíndric i un altre exterior anular, comunicats per trepats tangencials situats a les parets del cilindre interior.

L'aire que porta en suspensió el combustible de granulació fina, entra a l'espai anular tangencialment, on inicia la combustió amb una gasificació prèvia. Els gasos penetren al cilindre interior on reben un corrent d'aire axial i completen la combustió, i surten per la boca anterior en forma de *jet* per unes conduccions que els introdueixen al forn o al fogar. Les cendres i els increments s'arrosseguen per les parets del cilindre exterior i cauen en forma de pols a un cendrer, permetent que la flama sigui neta.

Gasògens

La mateixa empresa té també al mercat un tipus de gasogen per a matèries de granulació fina anomenat de "*suspensió*". L'aire que porta la matèria per gasificar penetra tangencialment per un extrem del cilindre interior; i per l'altre extrem, entra un altre

doll d'aire i en el centre es realitza la gasificació. Les partícules de matèria que no tenen temps de cremar són reciclades per un ventilador suplementari que les envia a l'espai anular. Els gasos penetren al cilindre interior pels trepats de comunicació.

Els gasògens de tipus clàssic per a matèries vegetals estan avui dia molt perfeccionats i tenen un alt rendiment per a tota mena de granulació, per a tota mena de forma o de naturalesa de la matèria a tractar. El gasos obtinguts poden entrar directament al cremador sense refredar-los o, si es volen aprofitar en un motor de gas pobre, es pot utilitzar la calor latent mitjançant intercanviadors de calor.

Carbonitzadors

La carbonització de la fusta, tal com es feia als boscos d'alzina, seria avui econòmicament desastrosa. Avui dia, es pot realitzar amb aparells moderns de treball continu, amb forns verticals on la fusta s'escalfa per un corrent de gasos ascendent a temperatura de carbonització (uns 400 °C) i que, reunits amb els gasos de piròlisi de la fusta descendent, donen el gas de piròlisi pobre (de 1.500 a 2.000 kCal/Nm³); pel dragant i per l'engraellat dona carbó, en una proporció que pot arribar a un 35 per cent. Són notables, com a novetat, els carbonitzadors per granulació mitjana o fina. En general, la suma de la calor de combustió del gas de piròlisi i del carbó obtinguts supera el 85-90 per cent de la calor de combustió de la fusta inicial.

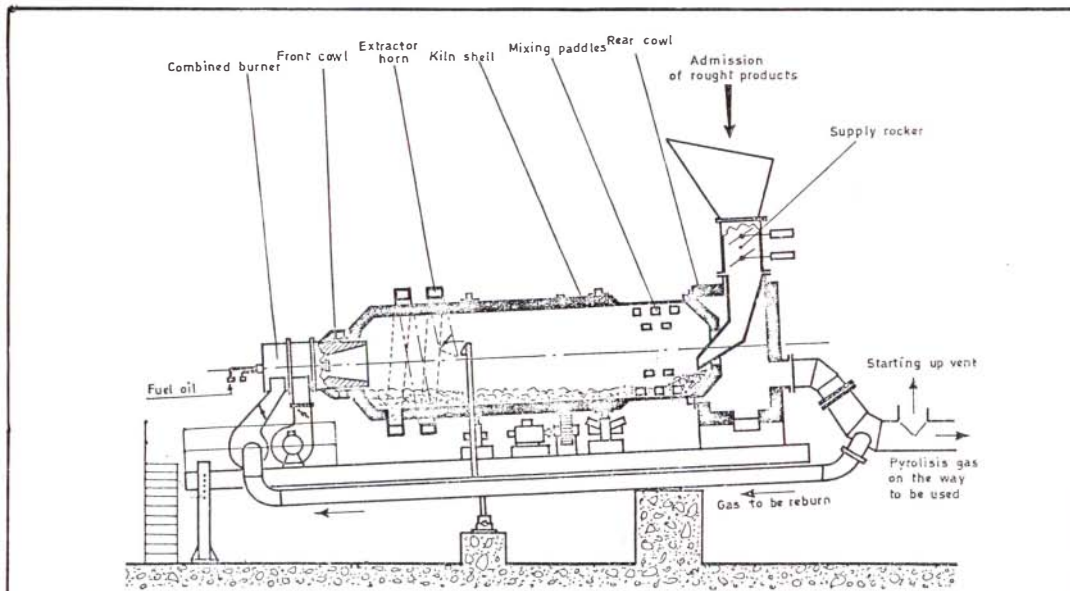
Els cremadors de jet

La combustió, tant dels gasos de piròlisi, com els de gasogen o del carbó vegetal pulveritzat, no té cap inconvenient. Es pot realitzar en cremadors de jet d'alta tecnologia en els quals es poden utilitzar diferents combustibles per modificar les qualitats de la flama (per exemple, gas natural, fuel-oil, carbó pulveritzat, etc.). Amb aquests cremadors de jet es pot dominar la temperatura de la flama, la seva forma, brillantor, etc., molt millor que amb una combustió directa.

Els gasògens per carbó vegetal poden donar un gas ric perquè pugui competir en preu amb el gas-oil per a accionar motors i hi ha una casa francesa que anuncia la fabricació en sèrie de gasògens d'aquest tipus que podrien funcionar amb un consum de 175 kg de carbó vegetal per litre de gas-oil.

La problemàtica del bosc mediterrani

Considerant aquests nous aparells i els alts rendiments que assoleixen no és estrany que la combustió industrial de la fusta grossa es consideri una aberració, com si es volgués cremar el petroli sense destil·lació prèvia. Els progressos de la tècnica de



Carbonitzador per a granulometria fina i mitjana (Font: catàleg Pillard)

combustió per a la fusta es varen deturar l'any 1930, i en aquests tres anys des de 1977 ha calgut posar-se en línia amb les altres combustions.

Una de les primeres empreses especialistes en combustió proposa el següent esquema d'utilització per a la biomassa residual:

Segons la granulació:		
(Residu sec o amb un 15 a un 5 per cent d'humitat)		
Boll d'arròs, closques de cafè, palla retallada, residus de lli, herba retallada, serradures de fusta, bagàs de canya de sucre, residus de canya trinxats, etc. paperam.	Cloves de cacahuet, de nou, de nou de palma, pinyols de fruita, etc. (consistència dura)	Closques de coco, fusta tallada, llenya, brossa, torba, etc.
Granulació fina	Granulació mitjana	Granulació basta o grossa
COMBUSTIÓ DIRECTA Caldera o generador d'aire calent, etc.	CARBONITZACIÓ (producció de carbó vegetal) recuperació dels gasos de piròlisi (Combustió directa o en un motor de gas pobre)	GASIFICACIÓ i combustió dels gasos en una caldera o en un generador d'aire calent o bé en un motor de gas pobre.

La granulometria mitjana pot servir per a combustió directa, per a carbonització o per a gasificació; les altres dues per a la combustió directa o per a la gasificació, respectivament.

RESULTATS PER A AQUESTS TIPUS DE RECUPERACIÓ (10 per cent d'humitat de la biomassa)

COMBUSTIÓ 1 kg. biomassa (x) Calories = 4.368 kCal/kg. Cendra i cremats 5 per cent.	CARBONITZACIÓ 0,36 kg. de carbó vegetal amb 15% de cendres i cremats (variable). 0,7 kgrs. de gas de piròlisi amb 1.764 kCal en total	GASIFICACIÓ 3 kg. de gas pobre de 1260 kCal/kg. (1,6 kWh)
--	---	---

Per a aquestes realitzacions ofereix cremadors per a granulació fina (tipus de suspensió ciclònica), per a granulació mitjana, per a gas pobre i per a carbó pulveritzat (amb un injector de fuel-oil per a la posada en marxa o per al funcionament amb el gas). Per a la carbonització i la gasificació, ofereix també instal·lacions estàndard per als tres tipus de granulació.

Els cremadors per a granulació fina, estàndard, són per a consums màxims de 36 tones al dia de biomassa (280 a 6.000 tèrmies per hora).

Amb tots aquests aparells o amb algun d'ells es poden resoldre totes les opcions d'utilització de biomassa fins a un límit d'unes 10.000 tones de producció anual, produint electricitat, calor industrial a qualsevol temperatura o venent productes rendibles en el mercat local. Si les produccions són més altes, potser valdrà més estudiar altres sistemes d'aprofitament més sofisticats i amb millor rendiment.

La majoria d'aquestes noves tècniques passen per un esmicolament de la biomassa, que en el major nombre de casos no és un problema. Però hi ha un cas particular que afecta gran nombre de boscs de Catalunya, concretament el bosc mediterrani sec (en la zona que passa més avall i més enrera del massís de Garraf i de Montserrat). Aquesta és una zona en gran part de forestada del bosc primitiu, que ha estat substituït per forma-

cions espontànies de pinedes, generalment de pi blanc. El pi blanc hi creix resistint totes les malvestats atmosfèriques, com les secades, les gelades i els vendavals, sense protecció del matoll i sobre una terra calcinada a l'estiu i congelada a l'hivern. Amb tot, aguanta bastant bé amb les seves arrels el sòl on descansa.

Però hi creix en condicions tan mesquines que la fusta surt plena de grops i les soques tan retortes que no poden donar fusta vàlida per a serrar, sovint ni per a caixes d'embalatge. L'esmicolament d'aquesta fusta seria totalment antieconòmic. Tampoc no és gaire apta per a cremar, si no s'esmicola, ja que té un rendiment pèssim.

Per a l'aprofitament d'aquesta fusta creiem que hem trobat la solució en un projecte del professor de l'Escola d'Enginyers senyor Sala, la qual segons els càlculs previs farà altament rendible la gestió del bosc mediterrani, tant el sec com el mitjà, cosa que pot representar la solució de tots els problemes dels cent vint mil quilòmetres quadrats de bosc desarborat que hi ha ara a Espanya, i particularment de la major part dels vint mil km² de bosc de Catalunya.

La solució seria retornar al bosc els antics carboners, convertits en tècnics de la carbonització de la fusta, i realitzar aquesta, juntament amb la recollida del quitrà, amb aparells moderns de



Maquinaria de treball forestal (Font: catàleg Holder)

destil·lació d'alt rendiment en tallers transportables situats en el mateix bosc o en un poble proper. El valor del carbó obtingut i sobretot el del quitrà permeten ja assegurar un bon rendiment amb una comercialització fàcil altament rendible per a poder pagar molt bé els boscaters, els carboners i els propietaris dels boscos.

Bosc experimental

En les conferències sobre la bioenergia que tingueren lloc al Col·legi d'Enginyers l'any 1978, es tractà de l'aprofitament del bosc mediterrani per eminents coneixedors dels temes respectius. El subdirector d'ICONA, enginyer de camins senyor Mateo-Sagasta, es va estendre sobre la necessitat de la repoblació forestal per a evitar la desaparició total de la capa de terra vegetal, per a disminuir l'esllavissament de terres i l'aterrament dels pantans, i per a la reconstrucció de les reserves d'aigua dels boscos amb disminució de l'escorrentiu, etc. Aportà dades que ens diuen que si no es tracta adequadament, aviat gran part del bosc sec espanyol esdevindrà desert, segons les estadístiques de la UNESCO.

També menciona aquest projecte l'efecte favorable del bosc sobre la quantitat de pluja, en la depuració de l'aire, etc. El professor Terrades s'ocupà dels problemes del bosc mediterrani i de la possibilitat d'una gestió ecològica, que a la vegada sigui rendible, amb produccions que poden arribar a una mitjana de 4 tones de biomassa total seca anual, entre bosc i brolla, si es fa la repoblació del matollar d'acord amb criteris ecològics i sense renunciar al pi (que pot constituir probablement la base d'un bosc climàtic, però generalment cultivat amb altres espècies de brolla).

Terrades demanà estudiar la repoblació del bosc mediterrani, ja que la considerava rendible, utilitzant-lo per llenya i fusta, amb un estudi previ de les espècies que s'han de plantar. També proposà estudiar la realització de plantacions energètiques en els nombrosos terrenys agrícoles abandonats, en els quals els problemes d'ecologia se simplifiquen perquè acostumen de ser en terrasses o terrenys planers, i permetrien, a més, una utilització més eficient de la maquinària. Indicà també la necessitat d'evitar tallades abusives d'arbres i de donar normes sobre la recollida de matollar i de fullaraca per a no perjudicar més el sòl, o per a millorar-lo.

L'enginyer senyor Pou, cap dels bombers de la Generalitat de Catalunya, exposà l'actual legislació sobre incendis, impossible de complir pel seu enorme cost i que presenta deficiències que perjudiquen la rapidesa de l'actuació dels bombers i els grups d'auxili. Proposà diverses modificacions que augmentin l'eficàcia de l'extinció i, pel que fa als tallafocs i els camins, proposà modificacions tendents a facilitar llur construcció i neteja, utilitzant com a base dels tallafocs la mateixa xarxa de camins, cosa que facilitaria l'una i l'altra tasca.

Hem realitzat un estudi de l'aplicació en casos pràctics d'aquestes idees del senyor Pou, que donen resultats molt prometedors

per a mantenir sense costos exagerats els tallafocs eficaçment i que permeten abaixar el preu de la neteja amb la utilització de màquines de tallar gespa o amb segadores. Una altra tasca que haurien de fer els boscaters seria la de retirar totes les deixalles de llenya i brossa que abandonen els propietaris en l'extracció de la fusta i alleugerir la quantitat de brolla excessiva per tal de reduir la càrrega de foc en els incendis devastadors a límits tolerables i treure les branques baixes seques dels arbres.

Només així s'aconseguiria reduir i combatre els incendis en totes les formes en què es puguin presentar.

La quarta conferència a què ens volem referir fou la de l'enginyer industrial senyor Solé i Gra, que féu un estudi dels sistemes moderns de combustió del qual es deduïren resultats ja positius d'aprofitament, encara que no són definitius com els que hauria pogut fer aquest any, després dels nous sistemes de combustió que existeixen i de l'augment que hi ha hagut en el preu del petroli, superior al de tots els components del cost que ell va calcular.

Davant del contingut d'aquestes conferències, fa temps que tenim plantejat realitzar un estudi d'un projecte de bosc experimental per investigar tots els problemes del bosc mediterrani sec i els seus remeis, en el qual poguessin intervenir tota mena d'experts en cada una de les qüestions que es plantegessin.

Així, es podria estudiar el cost i l'eficàcia d'uns tallafocs realitzats segons la tècnica que proposa el senyor Pou, el cost del manteniment dels tallafocs i les zones de protecció netes, la neteja de la brossa excessiva, la recollida dels residus de la tallada, etc.

Per a obtenir resultats vàlids proposem una superfície d'uns 100 km², en una zona mediterrània seca, amb bosc abundant, de més del cinquanta per cent de la seva extensió i amb abundants espais de cultius abandonats i comprnent quatre poblets rurals de menys de cent habitants, etc.

Es planejaria el cultiu ecològic de la brolla, la producció real amb una gestió ecològica, la utilització de maquinària forestal especial per a boscos de muntanya, la rendibilitat dels aprofitaments del bosc, la producció elèctrica per a subministrar energia a la comarca, la planificació de distribucions de gas i aigua calenta en els pobles de la zona i complementar l'ús d'energies alternatives, el planejament de noves indústries, etc.

Materials de lectura

- Comissió Tècnica d'Energia: *Jornades de bioenergia*. Barcelona, Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya, 1979.
- José Mateo-Sagasta: *Coste social de las inversiones forestales*, Madrid, 1979.
- Anselmo Ercilla: *El monte: sus residuos, base para una fuente de energia*. Barcelona, Comissió d'Energia de l'Associació d'Enginyers, 1978.
- Jenbacher Werke A.G.: *Einsatzmöglichkeit von Klärgasmotoren in abwassereinigungseinlagen*. Viena, 1977.