

Aplicacions de la biotecnologia en la indústria.

Oportunitats per a la renovació de la indústria catalana

Josep Castells i Boliart

President d'IUCT Corporation

1

Introducció

El màxim exponent de les aplicacions industrials de la biotecnologia és el que s'anomena biotecnologia blanca o industrial (BI), i es podria definir com “el conjunt d'empreses que fabriquen industrialment substàncies químiques o béns d'equip i de consum usant eines biotecnològiques”. A tall d'exemple, algunes de les eines biotecnològiques que s'usen industrialment són els enzims, els microorganismes, les línies cel·lulars, les fermentacions, les matèries primeres d'origen renovable i els productes biodegradables, entre altres. Amb l'ús d'aquestes eines s'aconsegueix que els processos de fabricació tinguin un impacte menor sobre el medi ambient, sense renunciar, però, a la seva eficàcia, prestacions o rendibilitat.

És tal la importància que s'està donant a la renovació tecnològica de sectors industrials madurs a través de la biotecnologia industrial en els països desenvolupats

que, per exemple, la Comissió Europea a finals de l'any 2009 va incloure la BI en la publicació del pla d'acció Key Enabling Technologies (KET). La Comissió considera que les KET són les tecnologies més rellevants que permetran la reestructuració dels processos industrials necessaris per modernitzar la indústria de la UE. Per tant, la importància de la BI queda plenament reflectida en el fet que ha estat una de les cinc tecnologies seleccionades per la Comissió per a aquesta iniciativa. El propòsit de les KET és desenvolupar un pla d'acció amb mesures que eliminin els obstacles per al seu desenvolupament, aconseguir la plena explotació industrial de la recerca duta a terme i també assegurar la inversió en recerca, desenvolupament i innovació a Europa en aquest camp.

Una altra de les accions que revelen la rellevància de la BI per al futur de l'economia a Europa és el llançament del programa Lead Market Initiative (LMI). Aquesta iniciativa de la Comissió Europea llançada recentment pretén posar les bases per crear un mercat potent de productes *bio-based* que sigui líder a escala mundial, a més vol ser el punt de partida que faci

possible la renovació de la indústria madura europea al mateix temps que esdevé la llavor d'un nou teixit industrial que tingui la BI com a base de la seva competitivitat. Dins del marc de l'LMI, el 20 d'octubre de 2009 la Comissió va aprovar la guia *Taking bio-based from promise to market*, document bàsic per implementar l'LMI.

Els EUA també han dissenyat una estratègia a llarg termini per a la BI, referent a la producció de productes i energia a partir de la biomassa, tal com s'indica en el quadre 1:

Quadre 1

Proporció de producció a partir de la biomassa				
	2001	2010	2020	2030
Generació energètica	2%	3%	4%	5%
Biocombustibles per a transport	0,5%	4%	10%	20%
Bioproductes	5%	12%	18%	25%

Entrant en termes més empresarials i tècnics, podem ressaltar que la definició de BI és prou àmplia perquè hi tinguin cabuda empreses que podríem trobar emmarcades en sectors industrials clàssics o madurs (químic, plàstic, química fina, tèxtil, calçat, química de consum com detergència, carburants, alimentària, metal·lúrgica, distribució...) que utilitzen la BI, però generalment ningú no les identifica com a empreses biotecnològiques. Això és conseqüència del fet que la BI és clarament una eina i no tan sols una finalitat en si mateixa; tampoc no es pot considerar un sector, en canvi sí que és un conjunt d'empreses de sectors molt diversos que tenen un únic element en comú: l'ús d'eines biotecnològiques. Normalment, el fet d'utilitzar aquestes eines crea un tret diferencial respecte de les altres empreses del mateix sector, ja que gràcies a elles aconsegueixen desenvolupar i treure al mercat un producte o un procés que incorpora un factor d'innovació intrínsec important, amb la qual cosa guanyen nivells de competitivitat davant els seus competidors clàssics.

Per tant, darrerament s'està utilitzant la BI com un factor de renovació tecnològica de sectors clàssics i

molt madurs que tenen greus problemes de competitivitat amb els productors de països emergents. En incorporar aquesta renovació tecnològica, les empreses disposen de nous productes i processos patentables, millorats en eficiència econòmica i mediambiental, fet que permet guanyar competitivitat i mercat davant dels productors de zones en vies de desenvolupament. L'ús creixent de la BI en la renovació tecnològica d'empreses clàssiques permet que neixi un grup d'empreses centrades exclusivament en el desenvolupament de les eines, els productes biotecnològics i les noves tecnologies, que serveixen per donar servei a les empreses de sectors madurs que estan innovant en aquest camp.

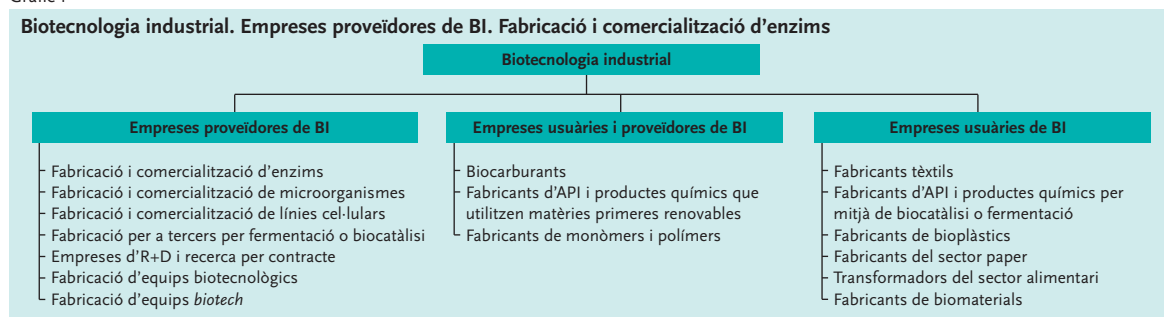
2

Classificació de les empreses en el marc de la biotecnologia industrial

Algunes de les solucions que ha aportat la BI aconsegueixen millorar els processos o productes industrials en els aspectes econòmic, ambiental, energètic i d'accés als recursos naturals i socials. A continuació, en ressaltem alguns dels avantatges més destacats.

- Ús de matèries primeres renovables i, per tant, menor dependència del petroli o derivats.
- Aprofitament de residus agrícoles, forestals o industrials, que es revaloritzen.
- Reducció de l'ús de reactius, materials i solvents orgànics volàtils o tòxics.
- Reducció de la generació de residus i subproductes (tòxics), fet que comporta la disminució d'abocaments i residus industrials.
- Menor consum d'energia i, per tant, menors emissions de gasos d'efecte d'hivernacle (GEH).
- Substitució de fonts d'energia fòssil per fonts d'origen biològic, fet que també porta associat un descens en les emissions netes de GEH.
- Reducció de l'emissió de gasos d'efecte d'hivernacle d'entre 1 i 2,5 bilions de tones de CO₂ per any fins al 2030.

Gràfic 1



Font: elaboració pròpia.

- Millores en el rendiment econòmic dels seus productes, amb la qual cosa es redueixen els costos de fabricació i s'aconsegueix una millora en la relació cost-benefici.
- Avantatges econòmics derivats de la qualitat superior dels processos biotecnològics, s'estalvien costos adjacents d'emmagatzematge i tractament de residus, s'elimina la necessitat de prendre mesures mediambientals exigides per la legislació i s'ofereix accés a matèries primeres més barates.

La relació d'avantatges que presenta la BI per a la renovació de diversos sectors industrials la fa cada cop més atractiva a multitud d'empreses amb problemes i oportunitats molt diversos. Això té com a conseqüència la necessitat de plantejar un model de classificació de la BI en què es pugui identificar tota la diversitat d'actors que hi participen. Per aquest fet, la classificació proposada divideix la BI en tres branques principals, les quals no tenen un nombre fix de subbranques, sinó que aquestes branques van creixent a mesura que creixen el desenvolupament i la penetració que tenen en sectors madurs.

La separació en tres branques parteix del fet que, en existir un gran nombre d'empreses usuàries de la BI, a més d'aquestes empreses es genera un subsector específic que esdevé el cor de l'activitat; les empreses d'aquest subsector, que anomenarem proveïdores de BI, generen els productes que són estrictament biotecnològics. Aquestes companyies proveïdores són empreses especialitzades en la fabricació i comercia-

lització d'enzims, de microorganismes o de línies cel·lulars; empreses especialitzades en la fabricació per a tercers mitjançant fermentació o biocatàlisi; empreses especialitzades en el desenvolupament de processos, productes i aplicacions; empreses d'R+D amb una part important de recerca per contracte (*contract research*); fabricants d'equips biotecnològics, i fabricants d'equips *biotech*, entre altres. Finalment, cal remarcar que hi ha una tercera branca que comprèn empreses que tant podríem considerar usuàries com proveïdores de BI.

3

Aplicacions industrials

La BI té una base d'aplicació tan àmplia que es fa molt difícil visualitzar-ne una estructura ordenada. Però sí que és molt clar el gran potencial d'aplicació que té, tant en sectors clàssics com en sectors emergents. Vegem, a continuació, uns quants exemples significatius de les principals branques que hem indicat en la classificació de la BI.

3.1

Productes químics de "gran tonatge" i productes indiferenciats (*commodities*)

Avui és possible produir mitjançant fermentació de matèries primeres renovables i barates (melasses, bagassos, midons i altres substrats rics en carbohi-

drats) compostos que abans havien de ser extrets o sintetitzats químicament. Exemples emblemàtics en tecnologia alimentària són la vitamina C, l'àcid glutàmic o l'àcid cítric. També trobem altres productes que poden ser sintetitzats per microorganismes i dels quals actualment s'estudia la producció biotecnològica a escala industrial en substitució de la síntesi petroquímica, com ara l'àcid succínic o l'àcid adípic (precursor del niló). Destaquen també l'obtenció per fermentació d'àcid làctic (monòmer del PLA), amb 100.000 t/any; l'1,3-propanodiol (monòmer de poliols), amb 90.000 t/any, i per mitjà de la biocatàlisi, de la poliàcrilàmida, amb 100.000 t/any.

3.2

Productes de química fina i d'especialitats químiques

Aquests productes es caracteritzen per l'alta especialització funcional. Aquests compostos sovint són molt complexos i requereixen molts passos de síntesi, la utilització de quantitats estequiomètriques de substrats i reactius, i passar per etapes de protecció-desprotecció de grups i l'ús de grans quantitats d'energia.

En contrast amb això, la biocatàlisi (catàlisi per mitjà d'agents biològics, que poden ser enzims o, fins i tot, microorganismes vius que realitzen tots els passos de conversió en el seu interior) sol tenir lloc a temperatures properes a la temperatura ambiental i, a més, té una elevada especificitat i selectivitat enantiomèrica.

Això permet desenvolupar processos molt més eficients i sostenibles a escala mediambiental i econòmica. Destaquem alguns exemples de la biosíntesi de productes complexos, tals com l'àcid maleic (intermediari en la síntesi de tints i altres compostos), els benzaldehids (d'utilitat en la fabricació de plàstics), diversos principis actius que requereixen resolucions enantiomèriques, síntesis d'API d'alt valor afegit directament per biocatàlisi, altres compostos quirals fabricats biotecnològicament, com l'aspartam (edulcorant), l'àcid eritòrbic (antioxidant) o diversos aminoàcids com la L-lisina (utilitzats com a complement nutricional en pinsos).

3.3

Enzims

Els enzims s'han convertit en un dels productes principals de la biotecnologia industrial, hi ha empreses que es dediquen exclusivament a produir-los i comercialitzar-los. Els enzims són compostos de naturalesa proteica i són els responsables de la biocatàlisi.

Gràcies a ells, reaccions bioquímiques que requirien altes temperatures, excés de substrats o presència de dissolvents complexos es porten a terme a temperatures properes a la temperatura ambiental (entre 25°C i 42°C), en medis aquosos, normalment no tòxics, i d'una manera summament específica i selectiva.

Es van començar a utilitzar en la indústria en la dècada dels anys vuitanta del segle passat, quan es van introduir com a agents blanquejadors i desgreixadors en els detergents, fet que va contribuir a reduir la quantitat d'agents tensioactius (*surfactants*) artificials que s'hi utilitzaven, molt perjudicials per al medi ambient.

Avui hi ha més de 150 enzims d'ús comercial, d'aplicació en tots els sectors de la indústria, com són els següents.

- *Sector alimentari.* Del llarguíssim catàleg d'aplicacions, destaquen les pectinases per eliminar la polpa dels sucres, les transaminases com a agents compactadors en el processat de carns, les amilases com a milloradors de la massa panària o les galactosidases per a l'obtenció de productes làctics deslactosats.
- *Sector tèxtil.* En aquest sector el gran impacte el tenen les cel·lulases, atès que actuen com a substituïts del rentat "a la pedra", les laccases i catalases per a processos de blanquejat, les pectinases per al pretractament del cotó o les proteases per a l'adobament de pells, entre altres.
- *Sector paperer: elaboració de paper.* En aquest procés d'alt tonatge destaquen els productes o processos de gran impacte, com són les laccases i xilanas, per al blanquejat de la polpa de paper.
- *Empreses diverses.* En aquest punt destaquem les indústries relacionades amb l'obtenció i la purifi-

cació dels enzims, que desenvolupen microorganismes modificats genèticament que permeten produir i excretar enzims a alts ritmes de producció, amb la qual cosa s'abareteix el procés. Atès que actualment es coneixen més de 3.000 enzims diferents, el camp de desenvolupament de la biocatàlisi a escala industrial està, sens cap dubte, obert. A més, l'aplicació de tècniques modernes d'enginyeria bioquímica permet dissenyar enzims "a la carta" amb més activitat que els naturals, o bé amb capacitat per degradar nous substrats o generar nous productes no naturals.

També es poden destacar altres tipus d'indústries, com les del midó, que tracten grans tonatges d'aquest producte, o la indústria de la detergència esmentada al principi del capítol.

3.4

Biocombustibles

Els anomenats biocombustibles o biocarburants són, juntament amb els enzims, les grans estrelles de la biotecnologia industrial. Un biocombustible és un combustible per a motors d'explosió o combustió que s'elabora a partir de matèria primera d'origen biològic o renovable (principalment vegetal).

Els biocombustibles actuals en el mercat, anomenats de primera generació, són dos, el bioetanol (emprat per a motors de benzina) i el biodièsel (emprat per a motors dièsel). Aquest tipus de combustibles té un gran inconvenient: s'empren llavors vegetals, que coincideixen amb les que es destinen a l'alimentació, i la seva cadena de producció completa requereix l'ús de fertilitzants, pesticides i maquinària agrícola, fet que provoca emissions de gasos d'efecte d'hivernacle, la qual cosa fa disminuir el balanç net d'estalvi respecte dels combustibles tradicionals; a més, hi ha competència per aquesta matèria primera entre el mercat alimentari i el mercat industrial.

La utilització de matèries primeres alternatives a les pròpies de la cadena alimentària per a la fabricació de biocarburants és fonamental per passar de biocar-

burants de primera generació a biocarburants de segona generació.

Els biocombustibles de segona generació s'obtenen a partir de residus agraris, residus forestals o residus industrials biodegradables. El gran avantatge d'aquesta nova generació de biocarburants rau en l'aprofitament més gran de la biomassa, fet que minimitza els problemes de competència amb l'ús de matèries primeres alimentàries. Els projectes més avantguardistes fins i tot es plantegen utilitzar residus urbans com a font de carboni. Això farà augmentar l'estalvi net d'emissions respecte dels combustibles convencionals en més d'un 90%.

- *Bioetanol de segona generació.* Serà una realitat a escala industrial l'any 2012, gràcies a l'obtenció del bioetanol a partir de material lignocel·lulòsic, basat en una combinació d'enzims optimitzats i microorganismes modificats genèticament.
- *Biodièsel de segona generació.* Ja hi ha noves tecnologies per a la fabricació de biodièsel a partir de fonts alternatives de carboni, com la glicerina (subproducte de l'actual indústria del biodièsel) o biomassa de diferents tipus, que conferiran la segona generació de biodièsel. També s'està treballant en la incorporació d'enzims per al procés d'esterificació i a més es busquen alternatives per evitar la utilització de metanol. Els avenços que trigaran més a industrialitzar-se, pel seu alt cost de producció, fan referència a les noves fonts d'olis no alimentaris (microalgues o *Jatropha*).
- *Biocombustibles no usats en l'automoció.* El biogàs és un hidrocarbur gasificat procedent de la descomposició de matèria orgànica d'origen biològic. El biocombustible procedent de la biomassa de diversos orígens, convenientment triturada i seca, constitueix un excel·lent combustible per a llars i indústries. També hi ha els biocombustibles per gasificació, piròlisi o carbonització de la biomassa residual.

3.5

Biomaterials

Els materials sintetitzats a partir de material biològic o utilitzant metodologies basades en sistemes biolò-

gics (els anomenats biomaterials) són, potser, els productes més nous de la biotecnologia industrial, i en els quals hi ha més camp obert per a la investigació i l'experimentació.

Es tracta de materials aptes per a diverses aplicacions (des de construcció fins a la indústria de joguines) que poden substituir els plàstics i altres materials derivats del petroli, i mantenir-ne, i sovint millorar-ne, les característiques i prestacions. Els biomaterials més desenvolupats fins al moment són polímers produïts per microorganismes o plantes, o derivats d'aquests microorganismes, com a alternativa als plàstics.

3.5.1

Els bioplàstics

Tenen propietats similars a les dels plàstics convencionals. Són totalment biodegradables, poden ser fàcilment descompostos per bacteris, tant en el sòl com en l'aigua, i generen fins a un 80% menys d'emissions de gasos tòxics en el seu procés de fabricació.

D'una banda, tenim bioplàstics obtinguts com a polímers biològics, com els fabricats a base de midó de blat de moro, o el polihidroxibutirat sintetitzat per certs bacteris a partir de la glucosa. Una altra aproximació consisteix a sintetitzar els monòmers mitjançant processos biològics de transformació de matèries primeres renovables, per mitjà de bacteris genèticament modificats, per obtenir químicament polímers com l'àcid hidroxipropanoic, l'àcid polilàctic o el polímer derivat de l'1,3-propanodiol (usats industrialment en processos tan diferents com l'elaboració d'envasos o la fabricació d'automòbils).

Alguns casos comercials d'èxit, primer com a productors de polímers i en segon terme com a aplicacions industrials dels bioplàstics, són els següents:

- Polímers: NatureWorks, líder mundial en producció de plàstics biodegradables com l'àcid polilàctic (PLA) extret de la dextrosa de blat de moro (usat en capes de segellat tèrmic, etiquetes i bosses de transport); Novamont Bioplàstic Mater-Bi, obtingut a partir de midons de blat de moro, blat i patata (usat en escumes, productes d'higiene, joguines

ecològiques i pneumàtics); BASF Ecoflex®, producte basat en midó de blat de moro, patata i PLA.

- Aplicacions: Nestlé Resina, creada a partir de midó (utilitzada en safates per a l'empaquetat de xocolata); Mitsubishi i Sony tenen una carcassa per a Walkman; Motorola disposa d'una coberta per a telèfons mòbils; Pioneer, Sony i Sanyo han creat discos d'emmagatzematge; Fujitsu, Hewlett-Packard i NET han creat carcasses d'ordinador.

3.5.2

Altres biomaterials

Les fibres tèxtils a base de seda d'aranya (un dels materials més resistents, flexibles i lleugers que es coneixen) ja són una realitat en els laboratoris de més d'una empresa de base biotecnològica. Hi ha cucs de seda transgènics la seda dels quals s'assembla a la de l'aranya i, fins i tot, cabres que produeixen la proteïna d'aquesta seda en la seva llet.

4

Impacte econòmic de la biotecnologia industrial

La biotecnologia industrial està exercint un impacte creixent en molts sectors industrials usuaris i es preveu que en el futur aquest impacte serà força més gran. En el gràfic 2, extret de l'informe Asebio 2010, s'observa clarament el nombre creixent d'empreses amb activitat biotecnològica. En aquest informe se separen les empreses purament *biotech* de les empreses usuàries, que són molt més nombroses, fins a representar una relació d'1 a 3. En l'apartat d'empreses purament *biotech* s'inclouen empreses de totes les àrees biotecnològiques (vermella, verda, blanca...), de les quals tan sols el 13% serien de BI, mentre que en l'apartat d'empreses usuàries gairebé el 100% són de BI.

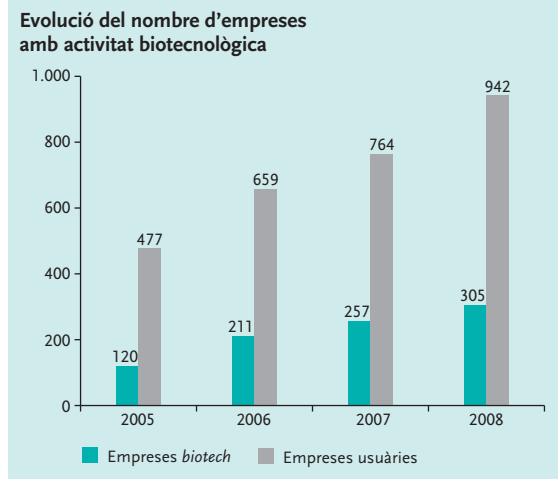
Per fer-nos una idea de la incidència en el mercat dels productes biotecnològics, podem donar algunes xifres:

- La producció de compostos químics derivats de la biotecnologia el 2002 ja era de més de 2,7 milions de tones. El 2005 el valor de mercat d'aquests compostos es va xifrar en 50.000 M€, quantitat que equival a un 7% de la producció total, i s'espera que el 2010 superi els 80.000 M€ (el 10% de la producció).
- Els bioplàstics, tot i ser un sector poc madur, tampoc queden enrere. Actualment es produeixen 10.000 tones anuals d'acrilàmida emprant catàlisi enzimàtica en lloc de química, 28.800 tones d'àcid polilàctic i unes 90.000 tones de polímers derivats de l'1,3-propanodiol. La capacitat productiva instal·lada de bioplàstics ha mantingut una evolució espectacular en els darrers anys, com es pot observar en el gràfic 3: el 1990 teníem producció negligible; el 1995, prop d'un 15.000 t/any; el 2000, unes 50.000 t/any; el 2002, unes 260.000 t/any, quantitat que s'ha estabilitzat fins al 2005 en unes 280.000 t/any, i que ha passat a tenir un creixement espectacular amb la pujada del petroli en el període 2006-2008 fins a les 510.000 t/any. Per al 2010 s'estima un increment de més de 875.000 t/any.

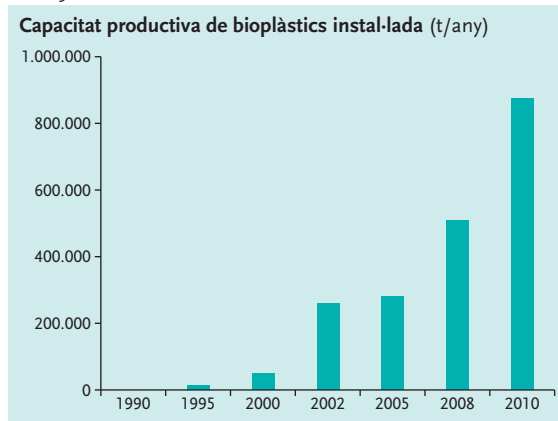
Tampoc és gens menyspreable l'impacte econòmic de les empreses purament biotecnològiques o agrupades com a proveïdores de biotecnologia industrial:

- El valor afegit brut de la producció i de les aplicacions industrials dels enzims va ascendir el 2005 a 685 M€ només a la Unió Europea (Europa és líder mundial en la producció d'enzims d'ús industrial, amb quasi un 80% de la producció total).
- A escala mundial, el 2002 el bioetanol (la producció del qual és molt majoritària davant la del biodièsel) va arribar a una producció de 26 milions de tones i el valor de mercat de tots els biocombustibles el 2005 era de 14.000 M€. A partir del 2005 el biodièsel guanya protagonisme, el 2008 a l'Estat espanyol ja es van consumir prop de 600.000 t de biodièsel i s'estima que per a l'any 2010 hi haurà una necessitat de 2 milions de t. Les reglamentacions previstes estableixen valors

Gràfic 2



Gràfic 3



mínims d'utilització de biocombustibles, a la UE s'espera una substitució del 10% del total de combustibles el 2020, cosa que ens portaria a una xifra de més de 4 milions de t en aquell any.

Si bé és cert que tots els aspectes comentats fan preveure un futur prometedor per a la biotecnologia industrial, no hem d'oblidar que es tracta d'una tecnologia relativament jove que ha de competir amb un model industrial basat en el petroli, el qual ha tingut quasi un segle d'evolució i millora. La fabricació de biocombustibles o bioplàstics no és, ara com ara, un

procés barat si es compara amb el seu equivalent petroquímic. Els progressos en ciència i tecnologia aniran aportant solucions als problemes tècnics existents, a més de noves aplicacions industrials per als processos biològics. Per tant, per garantir l'èxit de la biotecnologia industrial és fonamental una aposta decidida per l'R+D.

5

Situació i impacte empresarial de la BI a Catalunya respecte de l'Estat espanyol

Partim de la base que acadèmicament a Catalunya estem en una molt bona posició i que l'oferta de professionals que es formen a Catalunya actualment és suficient per a les necessitats actuals del teixit empresarial català i suficient per absorbir qualsevol creixement previsible de futur. En l'àmbit universitari hi ha diverses universitats que imparteixen el grau de biotecnologia (amb notes de tall força altes), el grau de bioquímica, el grau de química i el grau de biologia, que són els estudis imprescindibles per disposar de professionals de base ben formats; a més també s'ofereixen diversos màsters científics, tant d'universitats com de centres d'especialització, que proporcionen una qualificació molt alta al personal.

D'altra banda, també disposem de títols professionals de grau mitjà i grau superior de les famílies professionals de química i sanitat, que tenen la qualitat suficient per cobrir la demanda actual d'aquest sector; en canvi, és probable que si es produeix el creixement del teixit empresarial biotecnològic català previst en els anys vinents aquesta oferta de formació professional sigui clarament insuficient.

A més, la investigació de base que es desenvolupa en l'àmbit acadèmic, tant en les universitats públiques com en les universitats privades i també en els instituts de recerca com el mateix CSIC, és d'un nivell extraordinari i cal mantenir-lo. Però el problema no és potenciar més aquesta recerca de qualitat, sinó trobar la manera de transvasar aquest coneixement a la societat,

cosa que tan sols s'aconsegueix a través de les empreses que transformen els coneixements en productes i processos industrials. Com el seu propi nom indica, la biotecnologia industrial és de naturalesa industrial i per al seu desenvolupament cal, sens dubte, potenciar la innovació identificada per les empreses i que resol·len elles mateixes, innovació que conclou amb la seva implantació empresarial i que incorpora els productes innovadors al mercat.

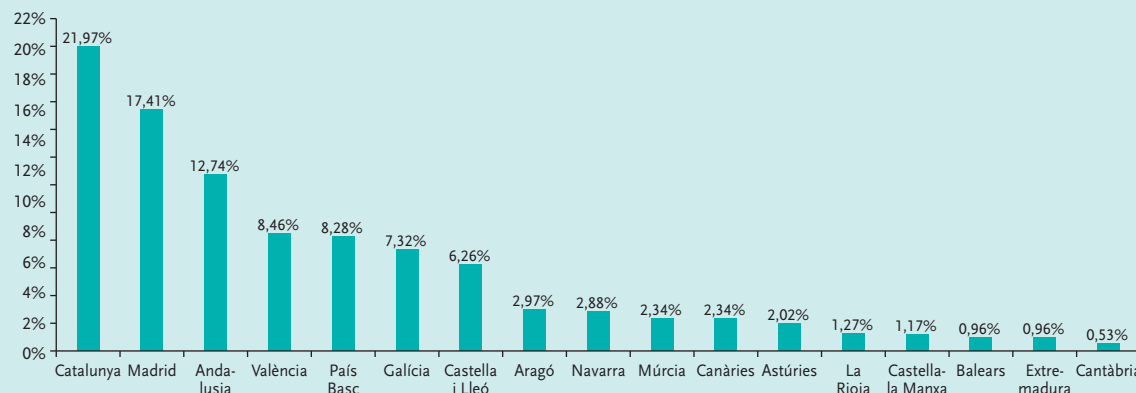
Analitzem, doncs, l'estat empresarial a Catalunya i les possibilitats de futur que això representa. La primera consideració és que si en un territori com Catalunya hi ha un nucli significatiu d'empreses proveïdores de biotecnologia industrial, automàticament es generen oportunitats en el grup d'empreses usuàries de la BI gràcies a les sinergies possibles, i això permet que es conformi un grup creixent d'empreses usuàries al voltant d'aquest mateix territori.

L'existència d'una base industrial multisectorial madura i forta en el territori és un factor clau perquè es produeixi efectivament aquesta reacció en cadena en BI que promou un efecte multiplicador en el desenvolupament industrial d'aquell territori. Aquest punt és una realitat molt clara a Catalunya, que esdevé la primera zona industrial de l'Estat, amb la qual cosa ja hi ha una de les bases necessàries per crear un subsector de BI potent.

L'altre factor cabdal per al desenvolupament de la BI en l'àmbit d'empreses usuàries és determinar el grau de penetració i rellevància de les empreses proveïdores de BI. En aquest punt a Catalunya ens trobem amb una situació de partida bona però millorable pel que fa a la dimensió de les empreses d'algunes àrees.

Fruit d'aquesta conjuntura apareix el lideratge de Catalunya en la distribució geogràfica del nombre d'empreses que tenen alguna activitat en biotecnologia, amb una quota de gairebé el 22% del total d'empreses de l'Estat. A Catalunya la segueix Madrid, a 5 punts de distància, que ocupa la segona posició de l'Estat espanyol. El repartiment entre totes les comunitats es pot observar en el gràfic 4, extret de l'informe Asebio 2010.

Gràfic 4

Distribució de les empreses amb activitat *biotech* el 2008**6****Empreses catalanes proveïdores de BI**

Les empreses catalanes més innovadores i que tenen més projecció les podem localitzar en els grups de biotecnologia industrial i de biocombustibles de l'Associació Empresarial Estatal de Biotecnologia, Asebio. Representen el 15% de les empreses d'aquests grups, tot i que hi podríem afegir un petit grup d'empreses catalanes que tenen activitat molt rellevant en el camp de la BI, però no estan presents en aquests grups. Això ens portaria a una xifra superior al 38% d'empreses catalanes respecte del total de 44 empreses identificades a tot l'Estat. A continuació destaquem les especialitats d'algunes d'aquestes empreses:

- Empreses amb una important capacitat de fermentació o biocatàlisi industrial (Laboratorios Calier, Sandoz, Purac, Laboratorios Leti i BioIbérica), sumades als fabricants d'enzims, microorganismes i altres productes biològics (Biocon, Biocontrol Technologies i GP-Pharm).
- Empreses d'R+D+I que es dediquen al desenvolupament de processos de biosíntesi fins a l'escala pilot (Arquebio, Bioingenium i IUCT); també cal destacar una planta pilot oberta a fer projectes d'escalat com a servei a les empreses (UAB), i a

més tots els grups universitaris de reconegut prestigi que fan projectes d'R+D en aquest camp (UAB, UB, CSIC, UdL, UVic i URL, alguns dels grups d'aquests centres han fet el pas de crear empreses derivades o *spin-off*, en fase inicial, com Bioglance, per al desenvolupament d'enzims).

- Empreses fabricants i desenvolupadores d'equips, reactius, reactius cel·lulars i materials biotecnològics (Biokit, Roche, Advancell, Biosystems, Microbial sistemes i aplicacions analítiques, Proglutamic).
- Empreses que dissenyen i fabriquen equipament biotecnològic (Grifols Engineering, Telstar Projects, Hexascreen i Cognis).
- Empreses que desenvolupen matèries primeres renovables o els seus derivats per fabricar biocombustibles o altres productes industrials (Agrasys, Era Biotech i IUCT).
- Empreses fabricants de biodièsel; tot i la gran quantitat de grans projectes industrials de biocarburants que s'han plantejat a Catalunya els darrers anys, tan sols hi ha en funcionament tres plantes petites o mitjanes a Catalunya: Stocks del Vallès, que fabrica biodièsel (FAME) utilitzant només olis vegetals reciclats i greixos animals; Bionet Europa, SL, que utilitza més del 60% d'olis de cuina reciclats, i Transportes Ceferino Martínez, SA, que, amb l'objectiu de reduir la dependència energètica

del gasoil convencional, utilitza el biodièsel obtingut per la planta pròpia per a la seva flota de transport. Aquestes plantes catalanes, pel fet que tracten amb sectors captius o utilitzen olis reciclats, han estat de les poques plantes industrials que han mantingut la competitivitat i la producció de biodièsel a l'Estat durant els darrers tres anys de crisi d'aquest sector, arran de l'entrada creixent de biodièsel americà doblement subvencionat.

Finalment, cal comentar un fet rellevant, com és la consecució del primer biodièsel de segona generació patentat internacionalment, descobert per una empresa catalana, IUCT.

7

Empreses usuàries de biotecnologia

És molt complex fer un seguiment exhaustiu de l'ús de la BI en les empreses, atesa la seva dispersió en multitud de sectors i el fet que en molts casos les empreses no fan difusió de la implantació de la BI en els seus processos, ja que s'interpreta com a secret industrial. Però sí que podem fer un recull de la incidència de la BI en diversos sectors industrials catalans.

- Els sectors agroalimentari, tèxtil, de la pell i el calçat utilitzen enzims i microorganismes per millorar els productes que es basen en una fermentació per a la producció, com per exemple els subsectors vinícola, del pa, làctic, cerveser, etc. Actualment se'n produeix una utilització generalitzada en les empreses del sector.
- Les empreses de química de consum estan iniciant el camí d'introduir productes amb components de BI, com ara detergents enzimàtics, productes per a bioremediació de vessaments, llevataques...
- També en el sector químic es comença a utilitzar la BI per millorar els processos de síntesi i guanyar eficiència; les empreses de química fina són les que tenen un nombre més elevat d'aquests processos.
- En el sector químic, amb l'experiència prèvia d'introduir millores biotecnològiques en els pro-

cessos de fabricació, es comencen a fer inversions importants per desenvolupar productes o línies de productes nous basats en la BI.

8

Conclusions

A Catalunya tenim uns recursos humans preparats per a les necessitats de la BI, amb una estructura formativa tant a escala universitària com professional adequada, amb suficient oferta i de bona qualitat. Tan sols cal concloure que si el sector biotecnològic creix caldrà reforçar el volum de tècnics amb formació professional.

Pel que fa a la recerca i el desenvolupament acadèmic, s'observa l'elevada qualitat que té, però també la insuficient transformació del coneixement en productes industrials que traslladin aquest coneixement al mercat; per tant, és important l'aparició de centres i empreses tecnològiques que potenciïn aquests coneixements aplicats a la indústria.

La via més clara per resoldre aquest dèficit és impulsar la creació del nombre més gran possible d'empreses derivades (*spin-off*), de manera que siguin aquestes empreses les que aconseguixin aquest creixement de la BI. Per tal que això sigui viable, cal que hi hagi empreses de capital risc que estiguin especialitzades en biotecnologia industrial, cosa que és totalment inexistent avui dia. La inversió de capital risc a Catalunya en BI ha estat pràcticament nul·la els darrers tres anys, també cal remarcar que la diversitat del capital risc hauria de permetre fer front a totes les rondes de finançament: llavor, creixement, expansió i sortida a borsa.

La capacitat d'innovació i financera de les empreses catalanes clàssiques és clarament limitada i per tant insuficient per poder finançar el gran volum de coneixement aplicat que cal desenvolupar i transformar en productes i processos industrials. Així doncs, calen eines innovadores per finançar la recerca i innovació directa de les empreses, i la seva gran inversió industrial posterior.

A Catalunya hi ha una bona base d'empreses proveïdores de BI i també és la zona de l'Estat on més es concentra la indústria tradicional. Pel que fa a aquests dos factors, que són crucials en el desenvolupament d'un sector potent d'empreses usuàries de la BI, Catalunya els compleix clarament, per tant, podem pensar que a mitjà termini hi haurà un fort creixement dels usuaris de BI. Per tal que aquest creixement sigui com més gran millor, cal un clar suport de les administracions als processos d'innovació de les mateixes empreses, també és imprescindible l'accés de les empreses madures al capital risc, per poder-hi introduir l'ús de la BI amb garanties.

9

Bibliografia

AGUILERA, J.; ESTEVEZ, C. "La biotecnología industrial: una realidad hoy, una necesidad mañana". *Biotech Magazine*. Novembre-desembre de 2008, 34-42.

Annual Report June 2009-June 2010, editat per EUROPABIO The European Association for Bioindustries. Disponible a: <www.europabio.org>.

Building a Bio-based Economy for Europe in 2020 (col·l. Policy Guide), editat per EUROPABIO The European

Association for Bioindustries. Disponible a: <www.europabio.org>.

CASTELLS, J. "La biotecnologia industrial (blanca): oportunitats de negoci a Catalunya". *Informe Biocat sobre l'estat de la biotecnologia, la biomedicina i les tecnologies mèdiques a Catalunya 2009*, editat per BIOCAT. Desembre de 2009, 59-64.

Europe 2020 and Biotechnology. Creating a competitive, connected and greener economy, editat per EUROPABIO The European Association for Bioindustries. Disponible a: <www.europabio.org>.

How industrial biotechnology can tackle climate change, editat per EUROPABIO The European Association for Bioindustries. Desembre de 2008 (rev 09). Disponible a: <www.europabio.org>.

Industrial or White Biotechnology. A driver of sustainable growth in Europe, editat per EUROPABIO i ESAB per a la plataforma SUSCHEM. Disponible a: <www.europabio.org>.

Informe anual ASEBIO 2009, editat per l'Asociación Española de Empresas Biotecnológicas (ASEBIO). Juny de 2010.