

O SISTEMA LITORAL. MITOS E CAMIÑOS. ¿RESIDUOS OU RECURSOS?

M. Anxo Murado

Instituto de Investigacións Mariñas (CSIC). Vigo

1: ALGUNHAS CARACTERÍSTICAS DO ESPACIO LITORAL GALEGO

Apenas cabe dubidar de que a capacidade do litoral galego como atractor de actividades económicas, en particular ao longo das Rías Baixas, ten por sustentáculo principal a explotación dos recursos renovábeis do sistema mariño. Por abundar en exemplos ben coñecidos, hoxe os semicultivos de mexilón producen colleitas anuais de 250.000 Tm de molusco (cáseque a metade da mundial), o desembarco de pesca alóctona mantén a intensidade que lle permite o estado dos caladoiros (e a feble capacidade negociadora dos nosos políticos), a acuicultura dá talvez pasos máis curtos do que agardaban os optimistas, pero pasos á fin, e a transformación de alimentos de orixe mariña constitúe a industria sobranceira e característica. Numerosas actividades de ámbitos en aparencia alonxados arraízan máis ou menos directamente no valor destes recursos, e a superposición doutros seitores a este tecido tradicional non foi quen, ao menos polo momento, de desprazar claramente o peso deste protagonismo.



Naturalmente, os residuos derivados destas actividades atraídas directa ou indirectamente pola produtividade litoral, volve ás augas que amiúde fornecen a aquel trafego das suas materias primas. En números redondos, poderíase dicir que a poboación, a industria alimentaria e o capítulo dos «outros» reparten de maneira cáseque igualitaria, ben que con fortes diferencias locais, os tres tercios da DQO (ou demanda química de osíxeno: que non equivale, certamente, ao impacto global, pero que o aproxima groseiramente) que tais augas suportan.

Eis, pois, un «bucle» ben peculiar dos sistemas complexos: a alta produtividade biolóxica potencia a actividade transformadora humana, que produce residuos, que depremen a produtividade biolóxica. Aínda que logo haberemos volver sobre deste tema, de momento é preciso achegarse á natureza dalgún dos mecanismos básicos do noso sistema litoral, onde certos lugares comúns amplamente aceptados veñen amiúde ennovelados con feixes de verdades a medias.

2: DOUS MITOS MARIÑOS: A DISPENSA E O SUMIDOIRO. E POR QUÉ NAS RÍAS É FALSO ÚN NA MEDIDA EN QUE É CERTO O OUTRO.

Existe unha retórica romántica —de fondo interesado— que gosta de asociar o mar coa noción de imensidade, coa idea do ilimitado e o inesgotábel, con cualidades matriciais (o feminino a mar) connotadoras de úbedas colleitas. Ben pouco queda, porén, desta visión mitolóxica cando as cousas se examinan con máis calma e se repara, por exemplo, no feito de que, polo menos dende os anos 60, a crise pesqueira non fixo senon agravarse nos máis importantes caladoiros do planeta.



O caso é que o mar, naturalmente, non é ilimitado; tampouco inesgotábel e nen tan sequer fecundo, e desta moito máis moderada realidade deriva precisamente a súa importancia. Parece dabondo obvio, en efecto, que de tan raras propiedades seren tan só medianamente verdadeiras, preocuparse polo mar había ser exercicio un tanto ocioso. Eis polo que sospeitamos que o teimar nelas con frecuencia é só un recurso para promover despreocupación.

Principiando polo mito da fecundidade, doado é comprender que o mar está collido nun dilema. Como ben se sabe, a vida no planeta depende en última instancia dos vexetais, únicos seres vivos capaces de fabricar materia orgánica partindo da inorgánica (fotosíntese). Certo que o vexetal precisa pouco para arrincar, mais precisa algo: luz solar e algúns nutrientes inorgánicos, en esencia saís de nitróxeno e fósforo. Mais no mar os nutrientes —materia ao cabo—, tenden a caer ao fondo pola acción da gravidade, mentres a luz solar perde axiña intensidade coa fondura, facéndose ineficaz para a fotosíntese. Así, na imensa meirande parte das masas oceánicas luz e nutrientes, factores ámbolos dous necesarios para iniciar a fervenza biolóxica, tenden irremisibelmente a segregárense. Só en presenza de factores excepcionais, como veremos de contado, o tecido da vida mariña amosa unha grosura aproveitábel, amiúde en «manchas» máis ou menos ligadas ás plataformas continentais. Por poñer un exemplo que os especialistas adoitan utilizar pola súa forza ilustrativa, a produtividade do mar por unidade de superficie, considerando os océanos en conxunto, é dun orde semellante á dos desertos terrestres.

Se iluminar os fondos ou forzar o ascenso de nutrientes serían recursos que —aínda supoñéndolles un balanço enerxético favorábel, o que é moito supoñer— fican moi lonxe das actuais posibilidades humanas, o certo é que a dinámica mariña regala, nalgúns puntos privilexiados do planeta, a segunda das solucións en forma do que se chaman emergullanzas: masas de auga fundas, frías e ricas en nutrientes, que ascenden ata as zonas superficiais iluminadas, xuntando de novo o que a gravidade separou. As costas de Chile, ou as de Namibia, constitúen dous exemplos coñecidos deste tipo de fenómenos, que, pola atracción do punto frío mariño sobre da humidade atmosférica, parecen, por certo, favorecer a desertización das terras viciñas.

Tamén o litoral galego é asento desta infrecuente dinámica: a emergullanza que aquí provoca a feliz conxunción do arrasto superficial do vento, a aceleración de Coriolis, o réxime hidrográfico e a configuración xeográfica constitúe, de feito, o factor que promove nas nosas augas unhas taxas de fixación de carbono que se contan entre as máis altas dos sistemas mariños do planeta ($260 \text{ g} \times \text{m}^{-2} \times \text{ano}^{-1}$; FRAGA, 1976). E non deixa de resultar unha atractiva hipótese o vermos nas dunas de Corrubedo unha esquemática —gracias a factores xeográficos e climáticos— representación do deserto que acompañaría á emergullanza de Galicia.

Forcemos un chisco as cousas. Nos ecosistemas terrestres, luz e nutrientes conflúen sempre nos niveis superficiais, e non ben a vida vexetal se alonxa do ras de chan, desenvolve un tecido vascular (xilema, ausente ou rudimentar nos vexetais mariños) que segue a asegurar tal confluencia. Mesmo na máis mesta fraga das máis altas árbores, os nutrientes que continuamente se acollen á sombriza do chan son incansábelmente levados polos xilemas ata os iluminados aparatos fotosintéticos das follas, de tal maneira que o límite de altura para un vexetal terrestre ven dado seguramente polos límites físicos que o xilema encontra no seu papel de ascensor da seiva bruta. Pois ben: polo seu sistema de transporte vertical oposto á gravidade, por dispoñeren do que poderíamos chamar un «xilema hidrodinámico», cabería dicir que as Rías galegas, mares arrodeados de terras e por elas configurados de múltiples formas, comezan xa por compartir cos sistemas terrestres tan singular e básico mecanismo. A súa alta biomasa instantánea, a súa diversidade e a súa notábel produtividade non son senon consecuencias deste seu carácter híbrido de mar e terra.



Mais así como foxen á lóxica gravitacional do mar, tampouco as Rías encaixan noutro teimón discurso. Xa que a carga orgánica —dise— non é senon un «recurso fóra de lugar», e o mar é deficitario en nutrientes, residuos axeitadamente esluídos non serían senon fertilizantes. Certamente, non hai reparo en admitir que moitos residuos orgánicos son, de feito, recursos fora de lugar que sería preciso tratar debidamente; mais xusto por iso choca unha estratexia que principia por esluílos, proposta que ninguén faría para un recurso. Aínda esquecendo tan raro proceder, compre dicir que, malia ser formalmente correcta a conclusión derivada das dúas premisas certas —no mar e na terra, naturalmente—, esixiría na práctica tantos enunciados restritivos adicionais, que, sen eles, resulta tan trivial e inútil no mar coma na terra. E se dos contaminantes biodegradábeis ou homioiobióticos se pasa aos recalitrantes ou xenobióticos (véxase a táboa 1), o argumento perde todo tino.

De novo xoga aquí a asociación do mar co imenso, a adoleira consideración globalizante de calquera mar local como o conxunto dos océanos do planeta. Visión que na terra ninguén mantería seriamente —todos sabemos que un prado non pode tratarse coma unha tenza de monte, ou que non sería razoábel poñer arroz nos Ancares—, pero que no mar apenas resulta máis sostíbel. Xa que, estando a biomasa mariña, como se dixo, distribuída de maneira altamente heteroxénea, é evidente que tamén o mar require tratamentos máis matizados. E se a idea do sumidoiro no que todo se esluí é sempre arriscada, nas Rías pode só calificarse de insensateza. Como consecuencia da emergullanza, que fertiliza xa ben mellor do que a contaminación orgánica, as Rías sosteñen unha biomasa especialmente alta que, absorbedo e adsorbedo cáseque todo aquilo co que topa, representa xustamente unha barreira á difusión das cargas contaminantes. Que, lonxe de se esluiren longamente no océano Atlántico, resolven o seu ciclo, como a cada paso se vai facendo máis evidente, a escala modestamente local e desagradábelmente próxima.



TÁBOA 1: Os dous tipos básicos de contaminantes (Murado, 1979).

DISIPÁBEIS (biodegradábeis, homioiobióticos)	NON DISIPÁBEIS (non biodegradábeis, xenobióticos)
• Inciden negativamente no ecosistema só a partires dun certo nivel, por baixo do cal pode darse mesmo gañancia. • Non son acumulábeis nas redes tróficas • Os seus niveis no ecosistema tenden a descer inmediatamente despois do cese da emisión. • A súa degradación, que é rápida, aporta enerxía ás entidades biolóxicas que a levan ao cabo. • Tenden a elevar a mortalidade. • A resposta adaptativa dos seres vivos á súa presenza tende a corrixir o desaxuste que provocan.	• Inciden negativamente no ecosistema a calquera nivel que se considere. • Tenden a acumulárense en certos niveis tróficos • Logo do cese da emisión transcorre un período de retardo (que aumenta co nivel trófico considerado, e durante parte do cal aumentan as concentracións na biota do ecosistema) denantes do descenso. • A súa degradación, que é lenta, esixe enerxía das entidades biolóxicas que a levan ao cabo. • Tenden a depremer a natalidade. • Amiúde son indutores de adaptacións xeradoras de novos desaxustes.

De contado veremos como hai posibilidades máis propias do século XX das que supoñen estercar as Rías con materiais que —polo sí ou polo non— poucos decidirían botar nunha esterqueira. Mais xa que nos detivemos unha miga na orixinalidade destas formacións, non parece oportuno deixar o tema sen engadir outra



obviedade. Se as Rías son, como estamos a ver, espazos excepcionais pola súa dinámica, pola súa capacidade para a produción sostida de recursos, polo seu carácter intermedio entre mar e terra, dificilmente poden encaixar nunha lexislación que as enxergue dende os clásicos puntos de vista xenéricamente «mariños», herdeiros de discursos abstractos de escala oceánica, fabuladores da «liberdade do mar» e máis relacionados coas novelas decimonónicas de viaxes e aventuras do que coa racionalidade na explotación da natureza que hoxe compe. Se nas Rías galegas hai unha necesidade claramente prioritaria, sen dúbida non é outra da que unha lexislación especial, de acordo co especial carácter do espazo implicado, e –o que neste país resulta ben máis importante– un especial tino no cumprimento da lexislación.

3: RETROACCIÓNS E CÍRCULOS VICIOSOS

Segundo xa se sinalou, a industria baseada na transformación dos recursos mariños non é, certamente, a única orixe da carga orgánica que na actualidade suportan as Rías. Trátase, como ilustra a figura 1, dunha carga importante e cun impacto que, por exemplo en conxunción co dos efluentes urbáns, pode contribuír á potenciación de efectos indesexábeis. Con todo, talvez o seu aspecto máis salientábel consista na maneira en que pon de manifesto, no seu sector máis representativo, algunhas das complicacións –non complexidades, senon meros círculos viciosos– característicos do entorno ribeirán.

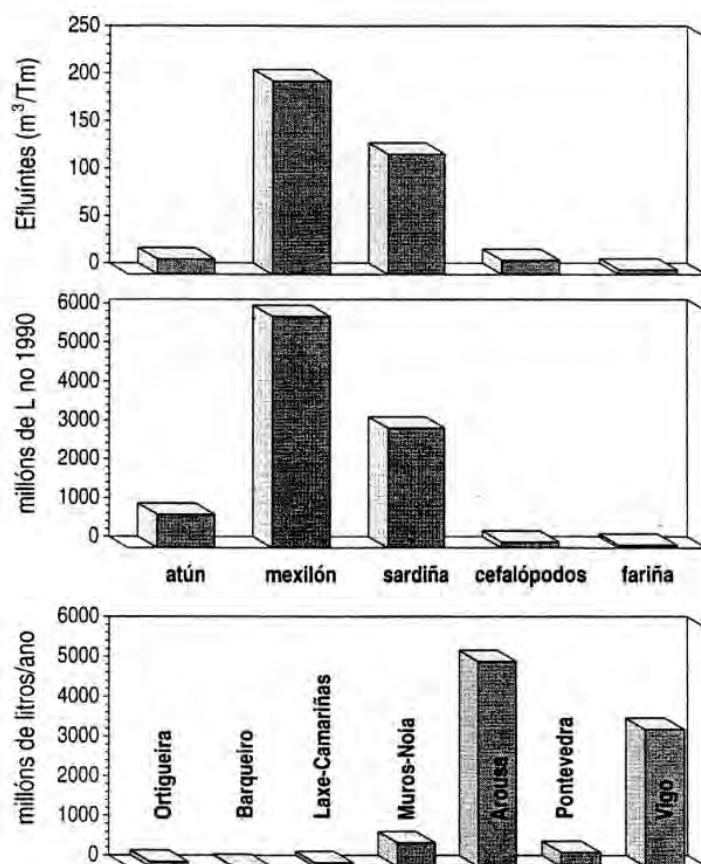


FIGURA 1: Principais efluentes do sector conserveiro (exclúense produtos conxelados). Segundo dados de Omil (1993).

Por varias razóns. Primeiro, porque incide sobre dun sistema que o sector debería valorar especialmente, xa que da súa integridade depende polo menos parte da materia prima que precisa. Segundo, porque parte dos seus residuos son ás veces tan interesantes dende o punto de vista industrial coma os seus produtos. Terceiro, porque últimamente, da man de alternativas «merco-vendo-gaño» apresentadas como industria «de verdade», parecen xurdir curiosas posicións catastrofistas, suxeridoras de que nada hai xa a facer na vía –produtiva– dos recursos renovábeis, e mellor iría pulando outras actividades –terciarias–, aínda sendo escasamente compatíbeis co tecido económico máis ou menos tradicional.

Tal vez nas circunstancias actuais non sexa preciso teimar nos riscos dos procesos de terciarización cando non se encontran debidamente equilibrados co tono produtivo. As consecuencias do noso escorrido dos últimos anos cara ao meramente especulativo saen reiteradamente na prensa, e o debate dos recursos xorde en toda conferencia internacional medianamente consciente. As necesarias cautelas non deberían bloquear, claro está, o desenvolvemento de toda nova actividade económica; pero si que deberían garantir, polo menos, un proceso evolutivo que non levara a esnaquizar un sistema ben implantado a máis velocidade daquela á que a nova actividade poidera absorber á poboación afectada. As revolucións industriais ao estilo do século XVIII ben están na historia para nos advertir do que non debe facerse; o realmente moderno é xustamente conseguir o acoplamento.

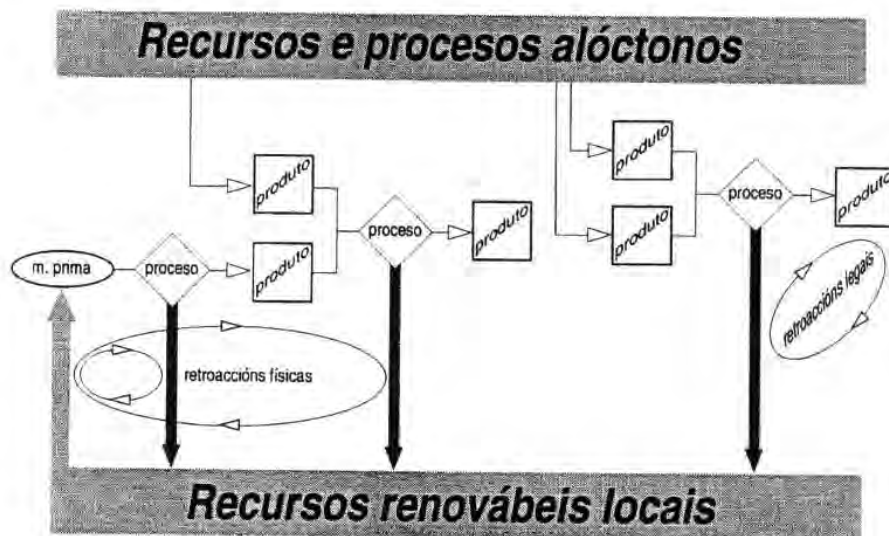


FIGURA 2: A contaminación derivada de procesos de transformación dependentes de recursos renovábeis locais forma un bucle de retroacción moi directo coas entradas de materia prima, que pode integrarse doadamente na lóxica económica do sistema (parte esquerda do diagrama). Segundo a compoñente dos recursos locais se reduce nas entradas dos procesos de transformación, medra a dificultade para a integración directa (física) dos efectos da contaminación na lóxica produtiva. En ausencia de retroaccións directas, é preciso desenvolver un circuito regulador auxiliar, de natureza legal, que poña en relación o impacto ambiental coas saídas de produto (parte dereita do diagrama). As alternativas poden decantarse pola limitación física da contaminación (ou do produto), ou o gravame económico da contaminación (ou do produto). Murado (1979), revisado.

O que nos reintroduce, como xa adiantáramos, nas conexións entre medio ambiente e lexislación. Tal como ilustra a figura 2, integrar o custo da contaminación na lóxica das actividades produtivas alonxadas dos recursos renovábeis require elaborar circuitos xurídicos que compensen a ausencia das retroaccións de «xeración espontánea» nos sectores directamente ligados aos recursos autóctonos. O curioso do caso é que nen as circunstancias do litoral galego semellan desfavorábeis a estes automatismos, nen estamos, en principio, sen lexislación homoloxábel á doutros países (a táboa 2 recolle un exemplo concreto que logo comentaremos).

TÁBOA 2: Canon de verquidos autorizados. «Ley de Aguas» (1985) e Real Decreto «Reglamento de Domino Público de Aguas» (1986).			
Valores límite para os niveis de calidade que se autorizan			
PARÁMETRO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
pH	5,5 a 9,5	5,5 a 9,5	5,5 a 9,5
sólidos en suspensión (mg/L)	300	150	80
materiais sedimentábeis (mg/L)	2,0	1,0	0,5
sólidos grosos	ausentes	ausentes	ausentes
DQO (mg/L)	500	200	160
temperatura °C	+3°C	+3°C	+3°C
cor	inapreciábel a 1/40	inapreciábel a 1/30	inapreciábel a 1/20
coeficiente (K) do verquido ($\times 10^{-5}$)	4,0	0,8	0,4

CÁRREGA CONTAMINANTE DUN VERQUIDO	
$C = K \times V$; sendo	- C: unidades de contaminación (UC*) - K: coeficiente adimensional por natureza do verquido - V: abastamento do verquido en m^3/ano
(*) : 1 UC = carga equivalente aos efluentes domésticos de 1.000 habitantes nun ano	
Canon de verquido = $C \times 500.000$ pesetas	

A economía híbrida, a participación dun mesmo individuo en actividades de diferentes sectores sen compromiso estrito con nengún, ten se cadra que ver co problema e contribúe a explicar a complicación de moitos dos conflitos ambientais do litoral, ás veces ensarillados co conflito que algúns dos seus protagonistas manteñen entre intereses dificilmente conxugábeis. Este tipo de tecido económico, típicamente defensivo e sen dúbida útil como forma de resistencia, non revela, porén, senon un entorno técnica e politicamente incapaz, que non dá producido outra cousa que desconfianza e indefinición nas expectativas. O refrán que aconsella repartir os ovos en distintos cestos pode ser sumamente axeitado á necesidade de levar os ovos á feira, da cabalo e por unha corredoira, pero tamén é o paradigma da actitude perante situacións que ún non comprende. E non fornece, dende logo, dunha receita nada boa para a eficiencia que semella esixir –góstenos ou non– o desenvolvérmonos a estas alturas da historia. Tamén hai refráns que advirten de que quen moito apreixa moito deixa, ou de que non pasa a mar quen non se molla.

A figura 3 é, a tal respecto, paradigmática. Cando se considera o que nela se pon de manifesto, botando ao mesmo tempo unha ollada superficial á beiramar galega, só cabe pensar que as leis teñen aquí algo de papel mollado, ou que a industria alimentaria ten aquí algo de incapaz. Ou algo de todo, por riba reforzado cuns cir-



cuitos ociosamente complicados e dos que, se non prescindimos nós, prescindirán outros. Acaso cidadáns con máis ovos (no cesto), de máis ao Norde da CE.

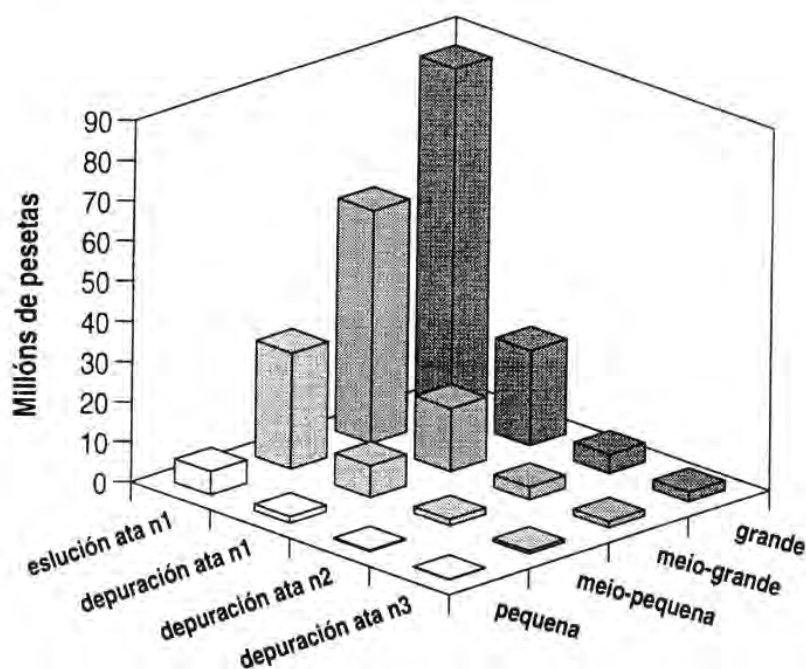


FIGURA 3: Comparanza entre os custes anuais de cada unha das solucións indicadas para cadanseu tipo de factoría, partindo das especificacións legais que figuran na táboa 2. (Segundo datos de Omil, 1993).



4: OS EFLUÍNTES DO PROCESADO DE mexillón COMO EXEMPLO. ¿UN RESIDUO OU UN RECURSO?

Da copiosa colleita de mexillón denantes mencionada, os dous tercios da cal se concentran na Ría de Arousa, só arredor dun 30% se consume en fresco, destinándose o resto –con tendencia crecente– a elaboracións que inclúen como paso previo común un tratamento térmico produtor duns efluentes que poden estimarse en 300-400 litros por Tm de materia prima. A súa DQO media é do orde dos 25 g de osíxeno por litro e o seu compoñente maioritario é glicóxeno. O balanço é doado: entre 50 e 80 millóns de litros por ano de tais efluentes (endiante EPM) volven intactos ás augas litorais produtoras do recurso. Non hai, por certo, discrepancia cos datos da figura 1: alí recollíase o volume de efluentes que xera a totalidade das operacións de tratamento; aquí fábase só do paso que produce a carga contaminante máis alta.

Xa denantes do sector mexilloeiro acadar o seu actual volume, así como do xurdimiento de preocupacións ambientais, a depuración e posíbel aproveitamento dos EPM suscitara atencións específicas, ben que sen solucións satisfactorias demáis. O tratamento de pequenos volumes permite operacións de interese limitado, como a obtención de glicóxeno (produto de escaso mercado) ou materiais de aplicación cosmética. Nenguna destas alternativas, porén, pode levarse a escala masiva, coma a dun proceso xa ensaiado por FRAGA (1963) e desbotado por pouco rendíbel, para recuperar as súas proteínas por precipitación ácida. Igualmente inviábeis



resultaron os intentos de preparación dun condimento a base do residuo sólido que se obtén por desecaxe, ou de recuperación da taurina que conteñen.

4.1: O proceso IIM

No Instituto de Investigacións Mariñas de Vigo veuse traballando nos últimos anos no desenrolo dun sistema para o tratamento masivo dos EPM que, baseado na súa utilización como medio de cultivo microbiano, poidera dirixirse simultánea ou alternativamente cara a unha serie de obxectivos de diferente complexidade, tempo de proceso e valor engadido (p.e. MURADO & al., 1993a,b,c, 1994). Tratábase así de xerar escalas de incentivos que facilitaran a adopción real de técnicas de reciclaxe.

A estratexia era simple: utilizar a potencialidade dos procesos microbianos para promover nos EPM a conversión de residuo en materia prima. Nada esencialmente diferente —é importante advertilo— do que, na industria alimentaria con base en diversas producións agrícolas, sucedeu a partires dos anos 40 coas melazas zucerais. Básicamente, o plantexamento comprendeu dúas vías: unha simple, rápida e principalmente depurativa. Outra máis complexa, lenta e valorativa. Ámbalas dúas aplicábeis ao traveso de técnicas de cultivo submerxido ou en estado sólido, coas vantaxes e inconvenientes propios de cadansúa modalidade.

Na primeira vía, os efluentes, simplemente clarificados (recuperadas as súas proteínas), utilízanse directamente como medio para o cultivo de microfungos amilolíticos, isto é, capaces de utilizar polisacáridos, sustancias do tipo do amidón ou o glicóxeno. En menos de 48 horas o crecemento microbiano elimina arredor do 90% da DQO inicial, produce unha biomasa apta como pienso e deixa nos líquidos postincubados amilasas (α-amilasa e/ou glicooamilasa) fácilmente recuperábeis por ultrafiltración (GONZÁLEZ & al., 1992; MURADO & al., 1993).

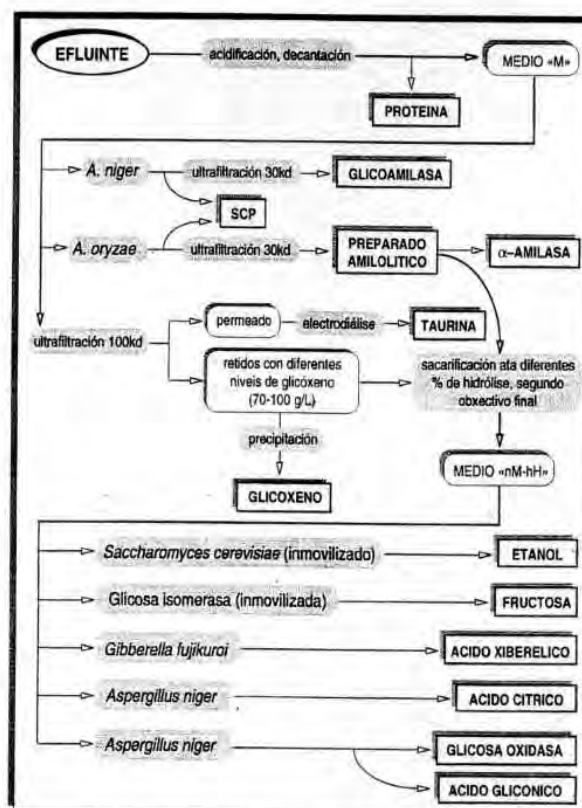


FIGURA 4: Diagrama esquemático do conxunto de operacións e produtos útiles (en negra) que resultan do proceso IIM para a valorización dos efluentes do procesado de mexillón. (de Murado & al., 1993, 1994, lixeiramente modificado). SCP (single cell protein) é a denominación usual da biomasa microbiana aplicábel á formulación de piensos. Para maior detalle, véxase o texto.

A segunda vía require medios máis concentrados, e aptos para o cultivo de microorganismos incapaces de utilizar o glicóxeno. O alto peso molecular (>100 kd) que o polisacárido conserva no efluente clarificado permite unha notábel eficiencia na súa ultrafiltración; moito maior, por poñer un exemplo, da usual no proceso análogo que se aplica á depuración do soro lácteo. É doado acadar así niveis de 100-120 g/L de glicóxeno, controlándose ao mesmo tempo as concentracións de nutrientes de baixo peso molecular, que certas bioproduccións posteriores esixen en deficiencia. Ao cabo, unha parte das amilasas produto da primeira vía aplícase á conversión do glicóxeno presente no concentrado en glicosa, a fonte de carbono máis versátil de todas, lográndose un medio apto para cáseque calquera produción microbiana. Cabe sinalar que aínda sendo posíbel levar tal proceso (sacarificación) á exhaustividade, amiúde resulta preferíbel a hidrólise só parcial, por riba máis rápida e barata.

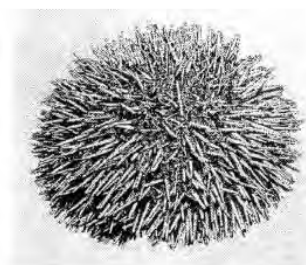
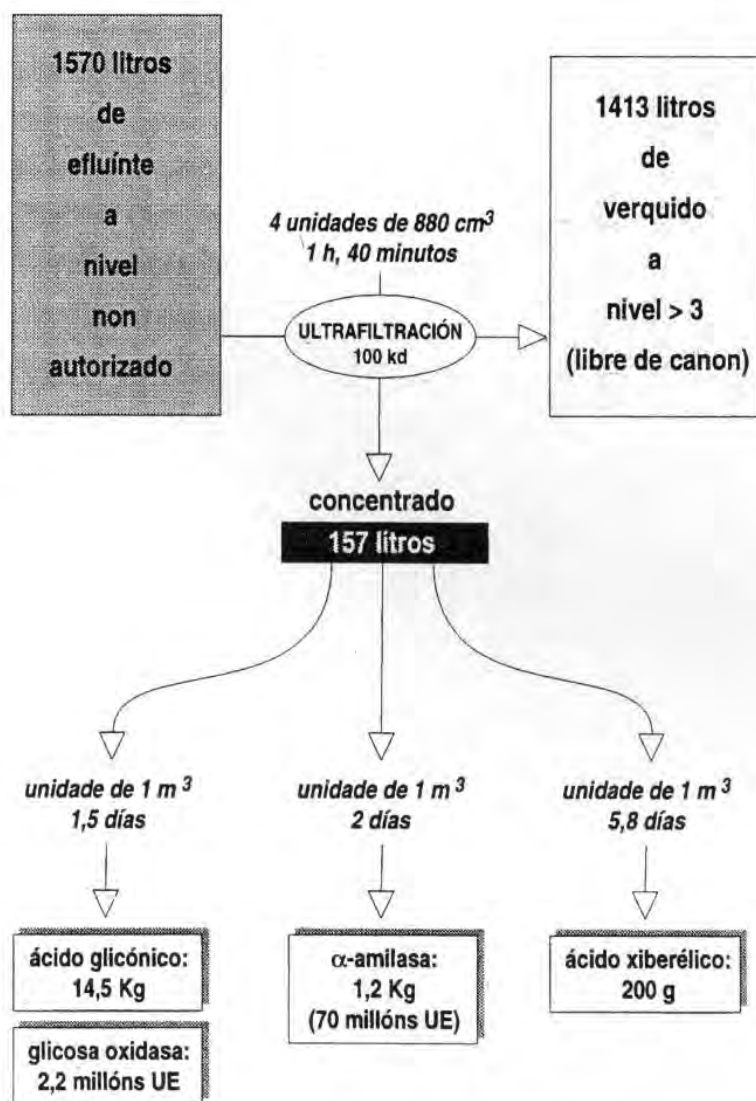


FIGURA 5: Balanzo das producións (alternativas) de ácido glicónico, glicosa oxidasa, ácido xiberélico e α-amilasa, en cultivo en estado sólido, a partires dos efluentes do procesado de mexillón. As cantidades que se indican veñen determinadas polos volumes dos correspondentes biorreactores (1 m³).

Os rendementos desta vía nas producións de ácido xiberélico, ácido glicónico e glicosa oxidasa (MURADO & al., 1993, 1994; PASTRANA & al., 1993) encóntranse moi por riba dos valores que se consideran comercialmente rendábeis, mesmo partindo de medios carregados con custes iniciais. De menor entidade, aínda que lonxe de carecer de importancia, é a de ácido cítrico (PINTADO & al., 1993, 1994). A figura 4 presenta un diagrama do tratamento (proceso IIM), que inclúe tódalas liñas con resultados positivos a escalas que se sitúan, polo momento, entre 2-60 litros (bioproducións) e 500-1000 litros (operacións previas). Nel figuran tamén dúas liñas sen interese práctico: unha é a do glicóxeno, produto caro, pero, como xa se dixo, de pequeno mercado, que se cita tanto por constituir unha posibilidade obvia, como polo feito de que o seu consumo no noso laboratorio ten esa procedencia. Outra é a do etanol, excedentario en España, pero que suxire a homologabilidade do medio.

Coa sospeita –fundada en sólidos indicios– de que un fermentador presenta aínda no noso entorno connotacións de forte investimento en instrumento dubidoso, os procesos con mellor pronóstico económico trasladáronse a sistemas de suportes particulados de diferente porosidade, nutricionalmente inertes e de baixo prezo (carolo de millo, escumas de poliuretano), embebidos no efluente (PASTRANA & al., 1994). Aparte de contribuir con algúns resultados de certo interese a un tema hoxe de moda, esta variante do cultivo en estado sólido conduciu en tódolos casos a melloras substanciais nos rendementos e a importantes descensos nas esixencias de enerxía auxiliar, técnica e capital. Na figura 5 preséntase un balanço dalgúñas producións desta modalidade, axustado para biorreactores cun volume total de 1 m³.

4.2: As chocantes dificultades do proceso IIM

Aínda que últimamente pareceron aumentar as expectativas de aplicación do proceso que vimos de resumir, merece a pena referirse a algúns dos seus aspectos colaterais.

En primeiro lugar, a súa financiación, sempre oficial e suficiente, pero sempre procedente das máis diversas orixes: áreas de medio ambiente, biotecnoloxía, tecnoloxía de alimentos e ata promoción xeral do coñecemento. En lectura entusiasta, talvez esta circunstancia poidera terse por proba dos múltiples apoios da idea. En lectura máis escéptica –moito máis realista– delata simplemente a falla de encaixe destas temáticas nas nosas taxinomías administrativas da investigación, o que adoita levalas a bambea entre ámbitos, á busca de epígrafes aos que, axeitadamente redactadas, poidan coxunturalmente acollerse. De contado, no artigo que vén a continuación, habemos volver sobre desta dimensión dos nosos sistemas de integración científica.

En segundo lugar, algúns dos problemas de índole supostamente práctica que pareceu suscitar. Por exemplo, malia a totalidade dos consumos españois de amilasas e ácido xiberélico cobrírense con importacións, e malia a fracción maioritaria destes consumos corresponderen precisamente ao campo alimentario, o sector recoñécese amplamente incapaz de se plantexar a comercialización de tan «raras» sustancias; isto é: incapaz da expansión horizontal que caracteriza ás economías de mercado. Outro problema: o risco do eventual prezo oportunista que os efluentes chegarían a acadar, unha vez posta en marcha a súa bioconversión. ■

REFERENCIAS

FRAGA, F. (1963): Possible utilization of the cooking water mussel. *Proc. Gen. Coun. Medit.*, 7:325-27.

FRAGA, F. (1976): Fotosíntesis en la Ría de Vigo. *Inv. Pesquera*, 40: 151-57.

GONZÁLEZ, M^oP., M^oI.G. SISO, M.A. MURADO, M^oI. MONTEMAYOR, L.M. PASTRANA & J. MIRON (1992): Depuration and valuation of mussel processing wastes. Characterization of amylolytic postincubates from different species grown on an effluent. *Bioresource Technol.*, 42 (2): 133-40.

MURADO, M.A. (1979): Contaminación. Un intento de síntesis. En «Estudio y explotación del mar en Galicia». Secretaría de Publicacions da Universidade de Santiago de Compostela.

MURADO, M.A., M^oI.G. SISO, M^oP. GONZÁLEZ, M^oI. MONTEMAYOR, L.M. PASTRANA & J. PINTADO (1993a): Characterization of microbial biomasses and amylolytic preparations obtained from mussel processing waste treatment. *Bioresource Technol.*, 43 (2): 117-27.

MURADO, M.A., M^oP. GONZÁLEZ & L.M. PASTRANA (1993b): Producción de proteínas y productos químicos a partir de residuos de la industria mejillonera. I Curso sobre «Tratamiento de vertidos de empresas conserveras y de producción de harinas de pescado». Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas (Xunta de Galicia) - Univ. de Santiago de Compostela - FEUGA. Santiago de Compostela.

MURADO, M.A., M^oI.G. SISO, M^oP. GONZÁLEZ, M^oI. MONTEMAYOR (1994): A simple form of immobilisation and its effects on morphologic trends and metabolic activity of pellet-forming microfungi. *Bioresource Technol.*, 48 (3): 237-43.

MURADO, M.A., M^oP. GONZÁLEZ & L.M. PASTRANA (1994): Mussel processing wastes as a fermentation substrate. En «Fisheries processing: Biotechnological applications», Chapter 13; pp. 311-43. Ed. A.M. Martin. CHAPMAN & HALL (England).

MURADO, M.A., M^oP. GONZÁLEZ, L.M. PASTRANA, M^oI.G. SISO, J. MIRON & M^oI. MONTEMAYOR (1993c): Enhancement of the bioproduction potencial of an amylaceous effluent. *Bioresource Technol.*, 44(2): 155-63.

OMIL, F. (1993): Estimación del volumen y composición de los efluentes residuales del sector conservero de Galicia. Análisis del coste de vertido de las posibles soluciones según la legislación vigente. I Curso sobre «Tratamiento de vertidos de empresas conserveras y de producción de harinas de pescado». Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas (Xunta de Galicia) - Univ. de Santiago de Compostela - FEUGA. Santiago de Compostela.

PASTRANA, L.M., M^oP. GONZÁLEZ & M.A. MURADO (1993): Production of gibberellic acid from musel processing wastes in submerged batch culture. *Bioresource Technol.*, 45(3): 213-22.

PASTRANA, L.M., M^oP. GONZÁLEZ, J. PINTADO & M.A. MURADO (1995): Interactions affecting gibberellic acid production in solid state culture. A factorial study. *Enzyme Microbial Technol.*, 17: 784-90.

PINTADO, J., A. TORRADO, J. MIRÓN, M^oI. MONTEMAYOR, M^oP. GONZÁLEZ, M.A. MURADO & A. SANROMÁN (1994): Citric acid production from mussel processing wastes in solid state culture. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent.*, 59(4b): 2429-37.

PINTADO, J., M.A. MURADO, M^oP. GONZÁLEZ, J. MIRON & L.M. PASTRANA: Joint effect of nitrogen and phosphorus concentrations on citric acid production by different strains of *Aspergillus niger* grown on an effluent. *Biotechnol. Lett.*, 15(11): 1157-62 (1993).

