

EDITORIAL

Esta revista de la Asociación Española de Científicos tiene la firme voluntad de ser constructiva y hasta optimista, siempre que el tiempo lo permita. En el editorial del número anterior creímos propio de la circunstancia hacer alguna observación crítica tanto a la señora ministra de Ciencia y Tecnología como, sobretodo, a su secretario de Estado el señor Marimón. Y nos habría gustado sobremanera poder decirles ahora algo más halagüeño. Vano deseo. El descontento ha cundido con tanta profusión que la artillería crítica ha levantado el punto de mira, y ya no se fija tanto en los gobernantes del Ministerio de Ciencia y Tecnología como en los que los nombraron y los siguen manteniendo en el cargo.

Han vuelto a hacerla en materia de "parquetazos", como dicen coloquialmente los investigadores. De nuevo 10.000 millones europeos que se distribuyen para parques tecnológicos y en favor de casi los mismos beneficiarios. Aunque en esta ocasión hay vehementes sospechas de que, en el nuevo "parquetazo", han intervenido instancias más altas que han hecho de nuestro Ministerio instrumento de las políticas de consenso o de búsqueda de apoyos. Ya se sabe que hay fenicios autonómicos que no dan ni el saludo, como no sea a cambio de pesetas.

En la financiación de la investigación estamos donde estábamos, aunque un poco peor. El 31 de mayo concluyeron los proyectos del Plan Nacional de Salud (ahora Biomedicina) que habían comenzado tres años antes. Con retraso ya, el 10 de agosto, los investigadores agradecidos con la aprobación de su proyecto recibieron la correspondiente notificación. Pero este es el punto y hora en que a los centros públicos de investigación no ha llegado todavía una peseta de esos nuevos proyectos. Llevan casi seis meses en barbecho monetario, ralentizando y hasta parando la investigación para no generar gastos que no se pueden satisfacer. Lo curioso es que estas noticias las suele negar el señor Secretario de Estado, o las admite pero advirtiendo que no hay nada nuevo en ello, porque –según él– se va siguiendo con la misma marcha de épocas anteriores en materia de convocatorias para financiación de proyectos. Y más que curioso, es enojante la falta de transparencia o de datos verdaderos

respecto a las cuantías y los usos del presupuesto en I+D, aunque este achaque es anterior a su venida al nuevo ministerio. Apresurémonos a aclarar que no estamos sugiriendo ni la más mínima inmoralidad dineraria, sino un afán por maquillar su ejecutoria como financiador de Ciencia.

A La Moncloa hace tiempo que han llegado centenares de quejas contra el señor Marimón. ¿Por qué sigue donde está? La conjetura más plausible es que se estaba esperando a una remodelación ministerial en la que el Ministerio de Ciencia y Tecnología desaparecería subsumido por un lado por el Ministerio de Educación y Cultura y por otro lado por un nuevo Ministerio de Industria y Tecnología. Porque en las alturas se piensa que el Ministerio de Ciencia y Tecnología no ha cuajado o ha fracasado. Pero ¿qué o quién ha fracasado? ¿La idea misma de un Ministerio de Ciencia y Tecnología o el organigrama que montaron las personas a las que se confió su gobernación o la competencia de estas mismas personas? ¿Cómo se puede poner en marcha un nuevo Ministerio de Ciencia y Tecnología, cuando el titular del mismo se consagra ostensible y exclusivamente al mundo de las nuevas tecnologías de la comunicación y deja todo lo demás en manos de un Secretario de Estado que, además, ha venido teniendo sus mases y sus menos, en materia de deslinde de competencias, con un Secretario General prestigiosísimo en lo suyo, pero ajeno al mundo de la I+D?

Lo preocupante es que novísimamente los planes de crisis de Gobierno parece que han sufrido una moratoria. Es posible que, de momento, sólo se planteen cambios en las segundas filas ministeriales. Si el Gobierno ama la investigación científica y si se ama a sí mismo (¿cuánto daño está recibiendo este Gobierno –por tantos conceptos benemérito– de algunos personajes que extrañamente ha promovido ;) debe tomar nota, para sus próximos arreglos, de este nombre: Ramón Marimón.

Respecto a la desaparición del Ministerio de Ciencia y Tecnología se nos vienen a las mientes aquellas frases de Chesterton cuya aplicación a España es frecuente-

mente tan oportuna: "puesto que no sabemos qué es lo que hay que hacer, finjamos que lo sabemos, y pongámonos a organizar". ¿A organizar qué? Eso es lo de menos. Organizar...he ahí la cuestión. El moderno arbitrio en materia de investigación científica siempre sale por el mismo registro: organizar.

Fue el Gobierno socialista quien puso en marcha la mayor ceremonia de la organización cuando instituyó el Plan Nacional de I+D. Una cosa tuvo de bueno aquella "organización": consiguió vindicar para la I+D una dotación presupuestaria muy estimable que el poder político cedía tranquilo a un Plan Nacional estructurador de un complejo sistema de controles y garantías. Así se sumó España a la puesta en escena de la moderna politología científica que, a partir de 1959, fueron desarrollando los Gerritsen, Freeman, Silver, etc. desde la Agencia Europea de la Energía y que tuvo en el Manual de Frascati su sagrada biblia. Una de las finalidades, y no la menor, de dicha politología científica era la de tranquilizar a los Parlamentos, a los que se pedían cantidades crecientes de dinero, mediante el despliegue de un finalismo promotor y de un riguroso control del gasto. A cambio de esto, los centros públicos de investigación quedaron sin presupuesto ordinario para tener un mínimo de investigación propia, los investigadores quedaron sumergidos en mares de papeles burocráticos, se desarrolló la fiebre del "paperismo" para deslumbrar a los evaluadores de proyectos del Plan Nacional, la competitividad como único camino mató la convivencia científica en el interior de los centros, y la "soberanía" del investigador agraciado con proyecto descabezó a los centros, cuyos directores componían una figura más próxima a jefes administrativos y sujetos de representación que a responsables de una parcela científica.

El primer Gobierno del Partido Popular mantuvo el sistema, que estaba reclamando a gritos, si no el cambio total, sí serios retoques, como la rigurosa restricción del Plan Nacional a verdaderos proyectos –no a farsas ficticias presentadas como "proyectos"– la restauración de la financiación ordinaria y la devolución a las instituciones públicas de investigación, especialmente al CSIC, de una personalidad propia responsable y relevante. No se hizo nada de esto, y ya muy avanzada la legislatura, el Presidente Aznar, crecientemente preocupado por la investigación tecnológica, creó la Oficina de I+D afecta a su propia Presidencia y con un presupuesto paralelo al del Plan Nacional. Era un Presidente que hacía entrar en su casa al mundo de la investigación para tenerlo más cerca. Eso, más el hecho de que el señor Aldana, jefe de la mencionada Oficina, paseara por España un proyecto de Plan Nacional que llegó a suscitar esperanzas y adhesiones, marca el final de la primera legislatura del Partido Popular. Fue un breve tiempo de expectativas esperanzadas, porque además se empezó a hablar en las

alturas de que era preciso llegar pronto a una inversión en I+D del 2% del PIB.

Llegó el segundo Gobierno del Partido Popular y nos encontramos, por sorpresa, con el Ministerio de Ciencia y Tecnología, cuyos resultados ya hemos lamentado en anteriores líneas y en otras ocasiones. Recientemente se creó la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, cuyo dibujo institucional no hemos podido encontrar en la página Web del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Una de sus competencias es la de "respaldar" la actuación de la Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva (ANEP), aunque en la práctica tal respaldo se viene traduciendo en una sustitución de sus funciones. Lo que equivale a decir que, al fin, se han atrevido a revisar y modificar el montaje del Plan Nacional de I+D –atrevimiento del que nos congratulamos–, aunque hay evidencias de que tal modificación ha servido para absorber desde instancias muy personalizadas las tareas de evaluar proyectos para su posterior financiación. Ahora parece que se piensa en devolver una parte de la investigación al Ministerio de Educación y Cultura y situar otra parte en un nuevo Ministerio de Industria y Tecnología. ¿Significa eso que la Ciencia va a ir por un lado y la Tecnología por otro? La pregunta se las trae, pero no es ahí donde se quisiera insistir ahora, sino en el hecho de que ya estamos otra vez en plena fiebre organizativa. Organización, organización y organización.

Es lo de Chesterton: puesto que no sabemos qué es lo que hay que hacer, pongámonos a organizar. Porque el problema de la investigación española es que no tiene decidido ni sabe qué es lo que hay que hacer. Si en España se tuvieran en cuenta las ideas básicas y elementales sobre la investigación, bastaría cualquier organización que no fuera del todo disparatada. Es básico que el Estado –decimos el Estado y no el Gobierno de turno– tenga una idea medianamente cabal de lo que puede esperar de la investigación para el bienestar de la Nación y para su importancia internacional. Es básico que la idea de una Ciencia española sea desarrollada, definida y revisada por actores naturales que representen a la comunidad científica desde los órganos científicos que en el mundo occidental se consideran también *naturales*, como son las Reales Academias, las Reales Sociedades Científicas, y los Directores de importantes organismos de Ciencia. Es básico que estas instituciones sean potenciadas, si están anquilosadas. Es básico que los Gobiernos de turno consideren a los representantes naturales de la Ciencia como instrumento fundamental del Estado y dialoguen con ellos de manera periódica y permanente para planificar su política. Es básico que se instituya (recuérdese la Oficina del Plan de Desarrollo) un lugar de encuentro entre la política y la Ciencia para definir un proyecto común de la nación española. Y cuando tengan esto, señores del Gobierno, verán qué fácil es organizar. ■

Director: Armando González-Posada

Subdirector: Jesús Martínez Frías

Editor: Enrique Ruiz-Ayúcar

Consejo Editorial: Jesús Martín Tejedor, Jesús Rincón, Fernando García Carcedo,
Antonio Bello Pérez, Sebastián Medina, Juan León García,
José Luis Díez Martín, Rosario Lunar Hernández, Luis Guasch, María Arias Delgado.



Junta de Gobierno de la Asociación Española de Científicos (AEC).

Presidente: Armando González-Posada

Vicepresidente: Jesús Martín Tejedor

Secretario de Organización: Enrique Ruiz-Ayúcar

Secretario de Actas: Fernando García Carcedo

Tesorero: Ismael Buño Borde

Vocales: José Luis Enriquez Berciano, Jesús Martínez Frías, Jesús Rincón,
José Luis Díez Martín, Jaime Sánchez-Moreno Fillol, Rosario Lunar Hernández, Juan León García,
Daniel González Martín, Sebastián Medina Martín, Antonio Bello Pérez, María Arias Delgado,
José María Gómez Salazar, Felipe Orgaz Orgaz.

Edita: Asociación Española de Científicos. Apartado de correos 36500. 28080 Madrid.

ISSN: 1575-7951. Depósito legal: M-42493-1999. Imprime: Gráficas Mafra

Esta revista no se hace responsable de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores.

Sitio en la Red: www.aecientificos.es

Correo electrónico: aecientificos@aecientificos.es

INDICE

El Palomar	4	Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono	25
Proceso Interline-Sener para la regeneración de aceites usados	7	A propósito del reciente brote de fiebre aftosa en el área de la Unión Europea	29
Los bancos de sangre de cordón umbilical: una nueva contribución al tratamiento de las enfermedades hematológicas	10	Placas de honor de la Asociación	34
Valorización de los tubos de rayos catódicos	14	Notas técnicas	36
Campos electromagnéticos medioambientales y recomendaciones de la Unión Europea	18	Libros	37

El Palomar

AUTOR: JESÚS MARTÍN TEJEDOR

En materia de financiación pública de la investigación científica parece ser que el Gobierno viene pensando en fórmulas que nos recuerdan a la de los viejos palomares leoneses y castellanos. Consiste en persuadir a las palomas de crianza propia de que son miembros de un hogar permanente y seguro donde tienen nutrición y alojamiento asegurados. Y todo ello armonizado con un régimen de generosa libertad. Las palomas surcan los aires, picotean por lejanos suelos, comen y beben lo que la vasta Naturaleza les ofrece acá y acullá, y vuelven al palomar, donde cada día se repone una pitanza alimentaria exigua, pero suficiente para mantenerlas en la sugestión de que allí tienen "cama y mesa" aseguradas, es decir, para fidelizarlas a la casa.

Algo así parece que se está pensando en los ámbitos gubernamentales para el sistema público de investigación científica. El Estado paga su sueldo al investigador y corre con los gastos generales del centro en el que trabaja –aunque para esta última atención se detrae una parte del dinero de los proyectos conseguidos por los investigadores– pero para los gastos inherentes al laboreo científico se insta al investigador a que salga a buscarse la vida.

Las palomas pueden moverse en cualquier dirección y rasear sus vuelos a cualquier altura, pero al investigador científico se le presentan cuatro panoramas fundamentales donde plantear sus peticiones dinerarias: el Plan Nacional de I+D, la Unión Europea, las Comunidades Autónomas y las empresas

El dinero del Plan Nacional es lisa y llanamente aportación de los presupuestos Generales del Estado. O sea, es dinero del que se duelen los confeccionadores del Presupuesto. Y de lo que se trata es de que los investigadores coman lo más posible fuera del palomar.

El dinero de la Unión Europea ese sí es santo, sano y bueno, porque al fin y al cabo Europa es un conjunto de pechos onerosos y de obligaciones precisas con las que hay que cumplir –porque ahí no hay Rey ni Roque– pero las contraprestaciones o retornos tienen mucho de rebatiña, y lo que cada país pilla o es capaz de levantar eso es lo que saca de la feria; o sea, que cuanto más, mejor. El problema es que, si para ser científico hace falta una vocación, para ser científico que viva de Europa y se maneje en ella, hacen falta, por lo menos, dos vocaciones: de sabio la primera y la segunda de trajinero. Claro que en la comunidad científica "hay gente pa too", como sentenció el famoso diestro cordobés cuando Orte-

ga y Gasset le dijo que era filósofo, y así no faltan científicos que se dan maña para sacar de Europa sus dineros, pero no pocos entendimientos preclaros carecen de la índole y artificio necesarios para esa clase de trajines, como tampoco son muy dados a enterarse de lo que se cuece y avecina fuera de su gabinete, donde les falta tiempo para cumplir como quisieran con su menester. Cierto que, en la actualidad, las dependencias gubernamentales se encargan de colocar en las pantallas de nuestro ordenador individual todas las convocatorias europeas de régimen competitivo, pero el acceder a esas fuentes de financiación no se hace por camino llano y carretero. La mera protocolización de los papeles ya requiere aclaraciones de expertos, pero más importante todavía es conocer el terreno en que se pisa, habida cuenta que, tras las formulaciones y especificaciones oficiales de las convocatorias, actúa un entramado de países y grupos especialmente situados, con intereses e intenciones tan legítimos como eficaces, en el que fácilmente periclitita y se pierde el aspirante desavisado.

En conclusión de esto: se hace necesario un aumento sustancial de los gabinetes de *management* dedicados a proyectos europeos. El ideal al que se debe tender –cuanto antes– es que el investigador aspirante a dinero europeo tenga una oficina española, y relativamente próxima, a la que plantear su propuesta de investigación competitiva, así como el alcance y monto de la misma. Y una vez acogida su propuesta, que se vuelva a su laboratorio para seguir investigando en sus temas científicos, que es lo suyo, confiado en que un experto y diligente gestor está ya buscando en Europa el nicho financiador más adecuado y la fórmula de presentación más sugestiva. Tales gestores deben estar fuertemente profesionalizados, vocacionados y reconocidos o, en otras palabras, no deben ser gestores ciertos científicos que pierden la cabeza por tener un buen despacho, unas secretarías y un más cuantioso complemento de destino. Porque la figura de gestor de investigación, con su propio perfil profesional, todavía no goza en España de la definición y del estatuto que le corresponde.

Y así nos llegamos al otro comedero donde el Gobierno quisiera que los investigadores hicieramos tripa de buen año: las Comunidades Autónomas. Porque existe la impresión en el Gobierno Central de que ha quedado presupuestariamente empobrecido frente a las disponibilidades de los Gobiernos autonómicos.

Por otra parte, el Gobierno sabe de la importancia que tiene la investigación científica y –sobre todo– tecnoló-

gica, y quisiera volcarse en su financiación, pero piensa también que, antes de echar la casa por la ventana en favor de la I+D, tiene que arreglar primero el asunto de las pensiones de los españoles. La verdad es que, si existe realmente ese dilema a la hora de priorizar, no resulta fácil discutir el *ordo praelationis* por el que parece optar el Gobierno.

En efecto, la tabla de pensiones de los españoles no es la que corresponde a un país que está iniciando la ceremonia de alternar –como uno más y de parecido nivel– con los países avanzados que nos rodean. Pero tampoco es similar a la de nuestros vecinos la inversión en I+D. El asunto plantea de nuevo la vieja cuestión entre el huevo y la gallina, porque el científico dirá que un incremento de la investigación científica y tecnológica aumentará la renta de manera que redunde en las pensiones y en todo lo demás. Algo así ha hecho Irlanda, con el resultado espectacular que todos conocemos. Pero el político tiene la necesidad de armonizar la mayor eficacia y racionalidad con la tolerancia social. El pueblo no siempre está dispuesto a soportar lo que es más acertado y eficaz, si ello lleva consigo un determinado nivel de sacrificio. Y ahí entra la percepción y el tacto del político, que debe ser siempre consciente de que garantizar un cierto nivel de paz social es más benéfico para el decurso histórico de un país que cualquier otro logro pensable. Así que, por muy sabios que seamos los científicos y por muy convencidos que estemos de la importancia trascendental de la I+D, aquí también pasa como en el catecismo: que doctores tiene la Santa Madre Iglesia, o sea, la política del Gobierno.

Pero el hecho de que se piense en las Comunidades Autónomas como posibles socios salvadores en el difícil negocio de la investigación resulta preocupante por más de un concepto. Y conviene aclararse en un tema que puede ser particularmente grave.

Por supuesto, no hay ningún inconveniente en que las Comunidades Autónomas sean clientes y clientes privilegiados del sistema público de I+D. Si lo puede ser una empresa y hasta un particular, con cuánta mayor razón lo serán los Gobiernos que representan a una parte del Estado.

Tampoco hay problema en que se reconozca a las Comunidades Autónomas competencias en I+D. De hecho, se han promulgado leyes autonómicas reguladoras de la investigación científica y tecnológica en sus respectivos territorios. La mera existencia de las Universidades autonómicas es sobrada justificación de tales leyes, porque no es pensable una Universidad sin dimensión investigadora. También resulta plausible que las Comunidades Autónomas creen centros propios de

investigación para acometer tareas especialmente orientadas a las necesidades de su demarcación territorial, es decir, a las que tienen relación con su medio ambiente, con sus problemas sanitarios, con sus recursos naturales y con su sistema productivo. Más todavía, hasta un centro de investigación teórica promovido y sustentado por una Autonomía estaría justificado cuando, en un proceso no planificado, surgiera un grupo de trabajo valioso, bien avenido y merecedor de atención. La planta de la investigación científica es tan delicada y quebradiza que, cuando arraiga, hay que cuidarla *in situ* y con supremo esmero. Es lo del *ne touches pas* del poeta. Y la buena investigación debe ser considerada como un bien absoluto, por encima de cualquier ordenamiento o racionalización externa.

Todo esto parece que está claro. Lo que no vemos tan claro es en qué se piensa en el ámbito gubernamental, cuando vuelven la vista a las Comunidades Autónomas como posibles aportadoras de financiación de la I+D. Hagamos las posibles conjeturas.

En la hipótesis obvia de que el Gobierno siga considerando necesaria la existencia de un sistema Ciencia-Tecnología nacional, podría pensarse en que las Autonomías financiaran una parte alícuota del presupuesto del Plan Nacional de I+D. Lo cual sería un absurdo vericuetado de ida y vuelta, o sea: pedir a las Autonomías que devuelvan parte de lo que previamente se les dió.

También podría pensarse en que, al fin y a la postre, la suma de las Autonomías abarca –en sentido material o no formal– a la totalidad del Estado, y que la suma de la investigación de todas las Autonomías sería lisa y llanamente el total de la investigación nacional de España. Sería como un proceso de descentralización. Algo parecido a esto se ha pensado en Canadá, aunque referido a un tipo de investigación tecnológica. Hasta podría pensarse en que el Gobierno central se reservara para sí determinados temas estratégicos o de interés general o de carácter básico y de aplicación no inmediata, quedando así descargado del grueso del gasto científico. Pero una tal organización de la investigación pecaría por exceso, por defecto, y –como decía el célebre sargento– no puede ser y además es imposible.

Pecaría por exceso, porque no estaría garantizada la no repetición de centros dedicados a los mismos temas en dos o más Autonomías, y eso sería un derroche absurdo habida cuenta que el gasto autonómico es, al fin y a la postre, gasto del Estado. Pecaría por defecto, porque tampoco estaría garantizado que entre todas las Autonomías se completase un sistema coherente de Ciencia y Tecnología. ¿Una coordinadora estatal que hi-

ciera el reparto de especialidades por las diferentes Autonomías? Sería ya lo que le faltaba al Gobierno Central para terminar de complicarse la vida en la España autonómica.

En cuanto a la posibilidad de que el Gobierno Central se reservase sólo un selecto y restringido elenco de actividades científicas, para que el grueso del gasto corriera por cuenta de las Autonomías, digamos como mínimo que es una divagación irreal. En el número anterior de esta nuestra revista insistíamos en la importancia de la Ciencia como elemento definitorio del nivel, del prestigio y de la importancia internacional de una nación (vid. *Sobre el qué y el cómo de una investigación científica española, nº 2 de Acta Científica y Tecnológica 2001*). Ya hace tiempo señalaba Ortega que España sería lo que fuera su Ciencia. Y una Ciencia nacional sólo puede sustentarse en la existencia de un entero sistema Ciencia-Tecnología nacional servido por una comunidad científica también nacional. Una comunidad científica trabada y orgánica que viva la Ciencia como un total empeño interdisciplinar. Y una comunidad científica, jerarquizada en liderazgos naturales e institucionales –es fundamental que ambos aspectos coincidan– capaz de ser interlocutora con el Gobierno para que éste conozca los intereses de la Ciencia que sean los del país, y los promueva y use del modo más responsable y fecundo.

Estamos hablando de un desideratum que no existe todavía. Cuando los órganos científicos internacionales, o de la Unión Europea, nos convocan a reuniones decisorias en materia científica es frecuente que el representante español llame a la correspondiente dependencia ministerial para que le hagan sabedor de qué es lo que debe propugnar España de acuerdo con nuestros intereses. Lo normal es que el interlocutor gubernamental manifieste una casi enojada perplejidad y responda "diga Vd. lo que quiera" o simplemente "observe, oiga y cállese". Esto en tiempos bien recientes. Imagínese el atento lector lo que podría suceder en una Ciencia española donde las Autonomías fueran actores predominantes. ¿Llegaríamos a ponernos de acuerdo para el nombramiento del representante?

A decir verdad, lo que más nos inquieta en todo esto es que, si en la esfera gubernamental se piensa en las Autonomías como financiadoras de I+D, es porque, en el fondo, se piensa también que la investigación es un asunto inmediato de renta y de puestos de trabajo, es decir, de Tecnología. Y si la investigación fuera sólo Tecnología, entonces sí sería pensable el dar a las Autonomías un mayor protagonismo y descargar en ellas una mayor responsabilidad. Pero ya acabamos de decir que sencillamente no es así. Claro que lo de la investigación es la base de la futura prosperidad del país, incluidos los puestos de trabajo, pero no en una expecta-

tiva tan inmediata respecto a los resultados ni en una perspectiva tan restringida a la mera Tecnología.

Un consejo nos atreveríamos a dar al Sr. Aznar: si el esfuerzo por la mejora de las pensiones debe anteponerse a un vuelco sustancial en favor de la investigación, es preferible que la Ciencia espere a mejores tiempos, antes que instrumentar una financiación que perturbe sustancialmente el sistema Ciencia-Tecnología español, es decir, que imposibilite su existencia. Mal por mal, preferimos el primero.

Respecto a la financiación por vía empresarial hay que reconocer que se trata de una perspectiva real y deseable. Naturalmente no hablamos de la financiación que las empresas quieren recibir del Gobierno y cuya merma ha sido recientemente lamentada por Juan San Gil director general de la Federación Española de Entidades de Innovación y Tecnología (Fedit). Hablamos del dinero empresarial aportado a la I+D. Dos consideraciones parecen oportunas.

La primera es que España no es Norteamérica, y que el tejido empresarial español dista mucho de constituir un panorama de financiación científica verdaderamente conspicuo. La capitalización de las empresas depende excesivamente del sistema bancario, o sea, de los balances anuales, y no es fácil la fe en unos resultados relativamente lejanos como suelen ser los de la investigación científica o tecnológica. Por otra parte, España ha tardado en tener una verdadera clase empresarial –también Francia; no nos escandalicemos demasiado– porque las empresas las llevaban los dueños y los hijos de los dueños, y los 40 años de autarquía en el anterior Régimen –es decir, sin competencia internacional– encontraban más fácil y tangible pagar un *royalty* que engolfarse en los riesgos de una investigación propia.

La segunda es que en el actual empresariado español hay ya vuelos de altura en materia de investigación. Sobrepasa de 1.500 el número de empresas españolas que trabajan con investigación y tecnología propias y con aceptación mundial de sus productos. Una sola empresa, la gallega Zeltia, está invirtiendo en investigación farmacéutica 6.500 millones en el año 2001, y presupuesta 10.000 para el 2002. Es dinero español. Como decíamos, la investigación empresarial española es ya una perspectiva real y que el Gobierno señale ese camino al investigador no nos parece inoportuno, ni irreal, siempre que tenga en cuenta el nivel poco elevado en que todavía nos encontramos.

En conclusión de todo esto, el Gobierno debe saber que, hoy por hoy, todavía no es suficiente para la investigación española la fórmula del palomar. ■

Proceso Interline-Sener para la regeneración de aceites usados

AUTOR: IGNACIO ORTEGA

*SENER Grupo de Ingeniería
Área de Energía y Medio Ambiente*

INTRODUCCIÓN

SENER inició hace varios años la búsqueda de nuevas tecnologías de regeneración de aceites usados, con el objetivo de encontrar un proceso económico y ecológicamente correcto, que permitiera llevar a la práctica las recomendaciones de la legislación comunitaria y española, que establece como opción prioritaria de gestión para estos residuos su reciclaje, frente a las opciones de valorización energética.

Fruto de estos trabajos SENER ha establecido una colaboración tecnológica con una compañía norteamericana (INTERLINE HYDROCARBONS Inc), que ha culminado con la definición de una versión modificada del proceso original, y con la construcción de una planta de demostración de la citada tecnología a escala industrial.

Para abordar la inversión de la planta de demostración a escala industrial se constituyó, en 1.996, la empresa ECOLUBE, cuyos accionistas son actualmente SENER, TRACEMAR y EMGRISA,

1. PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN

DE ACEITES USADOS

Los aceites lubricantes usados, tanto de procedencia industrial como los empleados en automoción, están considerados en la normativa vigente como un residuo especial o residuo tóxico y peligroso, dado su contenido en metales pesados, y su capacidad de contaminación de las aguas. Como tal, la normativa ambiental exige la adecuada gestión de los mismos.

Se pueden distinguir cuatro tipos de alternativas para la gestión de aceites usados:

- Los procesos de regeneración, que mediante distintos tratamientos del residuo, permiten la recuperación material de las bases lubricantes presentes en el aceite original, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización;
- Los procedimientos de reciclaje a combustible, utilizable en motores diesel de generación eléctrica,

- La valorización energética como fuelóleo industrial, ya sea por combustión directa o con pretratamiento del aceite (separación de agua y sedimentos),
- Los procedimientos de destrucción del residuo por incineración.

Cada una de las alternativas generales de gestión, presenta múltiples alternativas técnicas para llevar a cabo las operaciones de regeneración o reciclaje. Por lo general, no hay imposiciones legales que determinen la aplicación de una u otra alternativa a un residuo determinado, aunque sí una recomendación normativa sobre el orden de prioridades entre ellas.

La opción de regeneración a bases lubricantes es la definida como prioritaria en la Directiva 87/101, y en las disposiciones españolas derivadas de la misma. Esta priorización se basa en la ventajas ambientales de los procesos actuales de regeneración, por su mayor ahorro de materias primas, menores emisiones y olores, y menor producción de residuos o efluentes.

No obstante, estas ventajas no invalidan las opciones de valorización energética, que pueden ser adecuadas en determinadas circunstancias (reducida disponibilidad de residuos, que no permiten montar plantas de regeneración, factores energéticos locales, etc..).

2. PROCESO SENER – INTERLINE

DE REGENERACIÓN DE ACEITES USADOS

La producción de bases lubricantes a partir de aceites usados (regeneración) requiere separar del residuo original todos aquellos contaminantes (agua, asfaltos, aditivos, metales) que se han ido acumulando en el aceite durante su utilización.

El proceso SENER- INTERLINE se basa en la tecnología de extracción con propano líquido patentada por la compañía norteamericana, que permite conseguir rendimientos de regeneración muy altos, con inversiones moderadas, lo que hace viables instalaciones de regeneración de baja capacidad (25 - 30.000 t/a). Ello supone una notable ventaja competitiva, desde el punto de vista de organización de la logística y la gestión de los residuos.

A lo largo de tres años de trabajo conjunto entre SENER e INTERLINE, se ha logrado completar y mejorar

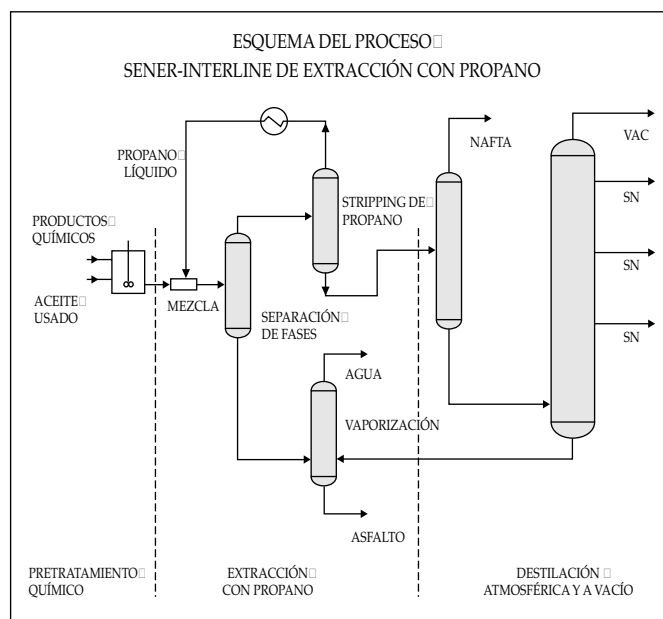
la tecnología, llegando a la configuración actual del proceso, que presenta las siguientes innovaciones:

- Una etapa de pretratamiento químico en continuo del aceite usado
- Nuevo diseño de la etapa de extracción del aceite usado, especialmente de la mezcla de propano y aceite, que mejora el contacto inicial entre las fases, y aumenta el rendimiento de la extracción.
- Nuevos diseños de las etapas de destilación del aceite extraído, que disminuyen el riesgo de ensuciamientos.

Las mejoras introducidas en el proceso han permitido obtener un producto de calidad, lo que ha hecho posible prescindir en la práctica de la etapa final de terminación del producto (por tierras adsorbentes o por hidrogenación), habitual en otros procesos de regeneración

La siguiente figura muestra un esquema del proceso de tratamiento completo, cuyas características más destacadas son:

- El pretratamiento químico tiene por objeto dejar el aceite usado en condiciones de ser extraído eficientemente por el propano.



Es un tratamiento a temperaturas moderadas, con productos químicos y catalizadores, realizado de forma continua y permite eliminar más eficientemente los aditivos metálicos de los aceites en la etapa de extracción.

- La extracción con propano, realizada a temperaturas próximas a la ambiente, permite separar los aditivos, el agua y los asfaltos sin que se produzca descomposición térmica, evitando así los problemas de craqueo, olores y ensuciamientos en los equipos.
- La sección de destilación del aceite extraído permite, obtener aceites base con características adecuadas de color, olor, acidez, estabilidad, asfaltenos, etc..., sin necesidad de tratamiento final por tierras o por hidrogenación.

3. ECOLUBE

Para desarrollar la primera experiencia industrial de esta tecnología se constituyó la empresa ECOLUBE, por iniciativa de SENER Grupo de Ingeniería y EMGRISA, y en la que actualmente participa también la empresa TRACEMAR.

SENER contribuyó a este proyecto con la tecnología en tanto que EMGRISA se responsabilizó de la gestión de recogida de los aceites usados necesarios para la planta.

ECOLUBE inauguró sus instalaciones en el polígono industrial La Cantueña, en Fuenlabrada, en el pasado año 2.000. La planta de ECOLUBE comprende un centro de transferencia de aceites usados, y una planta de regeneración de aceites, basada en el proceso INTERLINE/SENER, con una capacidad de tratamiento de 27.000 t/a.

El aceite recibido en el Centro de Transferencia es sometido a un análisis previo, para determinar si la partida es apta o no para regeneración, dependiendo básicamente de su contenido en PCB, que, si supera las 50 ppm obliga a su incineración en instalaciones autorizadas (lo que hasta ahora no ha ocurrido en ningún caso).

Tras este análisis, el aceite es traspasado a los tanques de almacenamiento de la planta de regeneración, desde donde se alimenta a proceso, siguiendo la línea esquematizada en la figura anterior.

Como productos finales, se recuperan del aceite usado bases lubricantes (un 75% del aceite usado tratado) componentes asfálticos (18%), que se comercializan, y un 2% de ligeros que se utilizan como aporte energético en la propia planta. El agua contenida en el aceite inicial se separa y se envía a gestor autorizado para su tratamiento.

La planta ha supuesto una inversión total de 10 M de euros, incluyendo terrenos, edificios y Obra civil, instalaciones principales y auxiliares, tanques de almacenamiento del Centro de Transferencia asociado, ingeniería, tecnología, laboratorio, gastos de puesta en marcha e intereses durante la construcción.

Los equipos que integran la planta son los habituales en la industria petroquímica: tanques de recepción de materia prima y almacenamiento de productos, reactores para el pretratamiento a baja temperatura, sistema de mezcla del aceite con el propano y separación de fases, torres de destilación, e intercambiadores de calor. Como sistema energético, la planta cuenta con una caldera de gas natural, para calentar el aceite térmico, y un equipo de destrucción de las fracciones orgánicas ligeras, con recuperación de calor.

El proyecto de demostración de ECOLUBE ha recibido, en atención a su riesgo tecnológico, y a las ventajas ambientales sobre otros sistemas de gestión de aceites, ayudas de distintos programas europeos (LIFE), nacionales (ATYCA del Ministerio de Industria, PROFIT del Ministerio de Ciencia y Tecnología, CDTI), y de la Comunidad de Madrid (IMADE).

La planta de ECOLUBE está demostrando las expectativas del proceso en cuanto a rendimiento, calidad de los productos y consumos de energías, productos químicos y servicios.

La tabla siguiente presenta datos de la calidad de los principales productos obtenidos.

Tabla. Características de los Productos principales ECOLUBE

	SN 150	SN 350
Viscosidad ASTM D-445 (cst a 100°C)	5.0-5.5	7.5-8.0
Índice de Viscosidad ASTM D-2270	>100	>100
Color ASTM d-1500	<1.5	<2.0
Índice de Neutralización ASTM D-664	<0.03	<0.03
Punto de congelación ASTM D97	-9	-9
Punto de inflamación		
P.M. ASTM D93 (oC)	220	240
Cleveland ASTM D92 (oC)	235	245

Hay que destacar que, aunque en la planta de ECOLUBE se incluyó una unidad de tratamiento por tierras, para la terminación del aceite final, dicha unidad no se está utilizando y los datos anteriores corresponden al aceite separado tras las destilaciones. Como se puede comprobar, las características de estos productos hacen innecesaria la entrada en funcionamiento de esta etapa final de purificación.

4. PERSPECTIVAS FUTURAS

La construcción de la planta de ECOLUBE ha permitido paliar en una parte el déficit de instalaciones de regeneración existente en España, dónde sólo existía operativa una planta en Cataluña (CATOR), lo que situaba a España por detrás de la situación general en la UE.

No obstante, aún con la entrada en funcionamiento de ECOLUBE, la regeneración está aún lejos del papel predominante que le asignan las políticas europea y nacional de gestión de estos residuos.

Por ello, y a la vista de los resultados conseguidos hasta ahora en la etapa de demostración de la planta de ECOLUBE, SENER está desarrollando una intensa labor de promoción y desarrollo tecnológico, encaminada a:

- Replicación de proyectos del tamaño y la concepción de ECOLUBE, tanto en España como en otros países.
- Diseñar una nueva configuración de la planta, basa-

da en una serie de módulos unitarios, a construir y montar íntegramente en taller, para su posterior transporte a campo en containers, e interconexión en el propio emplazamiento.

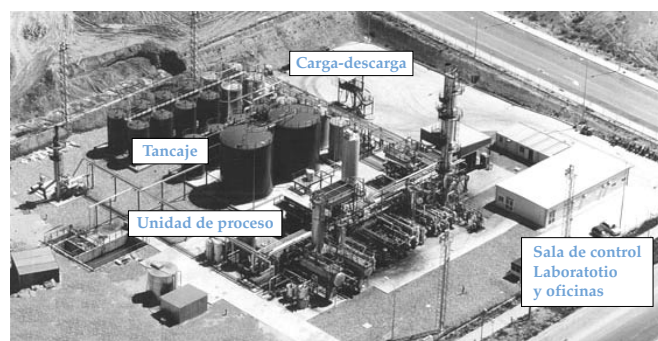
La finalidad de este nuevo diseño es facilitar la construcción de plantas en lugares con reducida capacidad para la construcción mecánica, y la fabricación de equipos complejos, pensando fundamentalmente en el mercado de exportación a países en vías de desarrollo.

6. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los principios que inspiran la normativa ambiental europea, la regeneración de aceites, es decir su reciclaje para obtener los aceites base originales constituye la primera opción de gestión de los mismos.
- En España, partiendo de una buena posición (los volúmenes de recogida de aceites usados están en línea con los países más avanzados de Europa), se detecta una carencia en instalaciones de regeneración, que hace que en nuestro país se encuentre por detrás de la media europea en cuanto a la óptima gestión de los mismos. Con la excepción de las medidas legislativas y del Gobierno de la Comunidad Autónoma de Cataluña, en el resto de España no se dan las condiciones por parte del Gobierno de la Nación o de las Comunidades Autónomas para que se corrija esta situación.
- Pese a esta situación, ECOLUBE, S.A. ha instalado una planta de regeneración, fuera del territorio autonómico Catalán.

Esta unidad, está permitiendo demostrar una nueva tecnología desarrollada por INTERLINE y SENER caracterizada porque es viable a capacidades moderadas (25.000-30.000 t/a), produciendo aceites base de calidad adecuada a la demanda del mercado. ■

PLANTA de ECOLUBE (Fuenlabrada)



REFERENCIAS

1. Empresa resultante de la agrupación de actividades de URBASER y ABENGOA-BEFESA en el campo de los aceites usados.
2. Empresa estatal de gestión de residuos industriales dependiente del Ministerio de Medio Ambiente.

Los bancos de sangre de cordón umbilical: una nueva contribución al tratamiento de las enfermedades hematológicas

AUTORES: J GARCÍA¹, LL AMAT² Y S QUEROL¹,

¹*Banc de sang de cordó umbilical de Barcelona (bcB).*

Institut de Recerca Oncològica.

²*Hospital Sant Joan de Déu.*

Barcelona

Durante la gestación, la placenta y la circulación sanguínea feto-placentaria cubren un importante número de funciones imprescindibles para el correcto desarrollo fetal. A pesar de ello, hasta hace poco, la placenta y la sangre contenida en ella han sido consideradas productos de desecho después del alumbramiento.

Lógicamente, unas estructuras tan cruciales durante el largo periodo de la gestación debían poseer características que podían ayudar a entender ciertas áreas de la ontogenia y, en última instancia, ser de alguna utilidad.

Hasta hace unos años, el reducido conocimiento que se poseía de éstas era un exponente más de la limitación de los métodos de investigación y análisis vigentes.

En el ámbito de la hematología, el desarrollo de nuevas posibilidades de estudio fenotípico y funcional de las células madre y progenitores hemopoyéticos hizo que, durante los ochenta, numerosos investigadores volvieran a profundizar en el estudio de la ontogenia hemopoyética. Entre otras cosas, se descubrió que la sangre de la placenta, fácilmente accesible a través de la punción de la vena umbilical, posee unas cualidades diferentes de la sangre adulta e incluso de la sangre de recién nacidos varios días después del parto.

Dos de estas cualidades son de especial relevancia: a) la sangre placentaria posee una concentración relativamente elevada de células madre hemopoyéticas de gran capacidad proliferativa y b) las células responsables de la respuesta inmune son relativamente "naives", como posible exponente de la tolerancia feto-materna y la falta de contactos previos con antígenos externos.

Estas características convirtieron la sangre de cordón umbilical (SCU) en una fuente de progenitores hemopoyéticos potencialmente útil en trasplantes; hecho que se demostró en modelos animales y, posteriormente, en una primera experiencia clínica exitosa publicada en 1989 por E. Gluckman. Se trataba de un niño que sufría una aplasia de Fanconi que recibió un trasplante de SCU de su hermano recién nacido.

Una vez demostrada la capacidad de implante de los progenitores de la SCU entre familiares histocompatibles, la mayor permisividad inmunológica de las células inmunocompetentes de la SCU y contando, además, con la experiencia previa del desarrollo estratégico de los registros de donantes no emparentados de médula ósea, se propuso la utilización de donaciones no emparentadas con el objetivo de completar el abanico de posibles donantes alternativos de progenitores hemopoyéticos. Ello podía mejorar las expectativas (y de hecho así ha sucedido) del 60/70% de pacientes que carecen de un donante familiar idóneo.

Para posibilitar esta estrategia ha sido necesario el desarrollo de programas de donación, obtención, manipulación y almacenamiento de la SCU; en resumen, la creación de los bancos de sangre placentaria o de cordón umbilical (BSCU), a fin de poder suministrar este producto, con la máximas garantías de calidad, a los centros de trasplante. En este sentido, a pesar de la limitación que le confiere su escaso volumen y contenido de progenitores obtenidos, la SCU tiene una serie de ventajas adicionales sobre la MO procedente de registros de donantes no emparentados: a) menor incidencia y mejor control de enfermedades transmisibles, b) disponibilidad casi inmediata, c) ausencia de pérdidas del registro y d) menor coste económico.

El banco de sangre de cordón umbilical de Nueva York fue el pionero, iniciando su actividad en 1993, y también fue el primero que suministró una unidad de SCU no emparentada, durante el mismo año, para la realización del primer trasplante de este tipo en la "Duke University" de Durham.

A esta iniciativa se sumaron los BSCU de Milan, Dueseldorf y Barcelona, entre 1994 y 1995, a los que progresivamente se sumaron otros hasta un total de más de 50 en el año 2000. En la actualidad hay más de 70.000 unidades de SCU disponibles, de las cuales aproximadamente la mitad están en BSCU Europeos y se han realizado más de 1500 trasplantes.

Generalmente, los BSCU reportan sus unidades a los registros nacionales (en España, el Registro Español de Donantes de Médula Osea "REDMO" patrocinado por la Fundación Internacional José Carreras) e internacionales (Bone Marrow Donors Word Wide "BMDW", National Marrow Donors Program "NMDP").

En 1998 los BSCU pioneros en Europa (Milan, Duesseldorf, Barcelona) crearon el embrión de una organización in-

ternacional, NETCORD, a la que posteriormente se han sumado los bancos de Londres, París, Bélgica, Tokio, Denver, San Luis, Nueva York y Leiden. Esta organización tiene como objetivos garantizar la calidad de los productos transplantables, facilitar la interacción con los centros de trasplante y/o registros, facilitar el análisis de los resultados clínicos y promover la investigación sobre este producto hemopoyético.

Los primeros pasos en esta dirección han sido la creación de unos estándares de calidad de alcance internacional, asociados a la Foundation for the Accreditation of Hemopoietic Cell Therapy (FAHCT) y el desarrollo de una estrategia informática de comunicación en forma de "Oficina Virtual" (<http://office.netcord.org>).

Paralelamente, en Europa, gracias a una financiación de la CE se ha desarrollado el proyecto EUROCORD que coordina la investigación clínica en trasplante de SCU.

De los primeros análisis clínicos (grupo EUROCORD, BSCU de Nueva York, Universidad de Minesotta y la Universidad de Duke) se desprenden ya una serie de conclusiones relevantes: a) La SCU es capaz de implantar correctamente en la mayoría de los pacientes, aunque la velocidad de este implante es menor que la que se obtiene con progenitores de médula ósea o sangre periférica b) La incidencia de complicaciones inmunológicas, como la enfermedad del injerto contra el huésped (EICH), es comparativamente menor y por ello, c) El trasplante de SCU es más permisivo en cuanto a su histocompatibilidad y d) Los resultados clínicos, en términos de recuperación inmunológica y supervivencia, son comparables a los obtenidos con médula ósea o sangre periférica adulta de donantes no emparentados.

En este contexto, los BSCU juegan un papel crucial ya que son el primer eslabón que condiciona el resultado clínico final. Estos deben conjugar una serie de estrategias, técnicas y funciones encaminadas a la obtención de un producto con las máximas garantías de calidad. A fin de documentar esta serie de procedimientos utilizaremos el hilo conductor del sistema organizativo de nuestro BSCU.

El "bcB" se constituyó en septiembre de 1995 con el objetivo de almacenar 10000 unidades de SCU perfectamente caracterizadas y de óptima calidad para su uso en programas clínicos de trasplante no emparentado.

La actividad del "bcB" se desarrolla en dos áreas de actuación: el área obstétrica y el laboratorio de procesamiento/almacenamiento.

AREA DE OBSTETRICIA

La colecta de las unidades de SCU se realiza en el ámbito de cuatro maternidades y un área de atención primaria (Hospital Sant Joan de Déu, Institut Universitari Dexeus,

Hospital de Mollet, Hospital General y Programa de Atención a la Mujer (PAD) de Granollers).

Las donantes son incluidas en el programa durante la gestación. Para ello es necesario descartar antecedentes personales y familiares de enfermedades transmisibles, genéticas o infecciosas, y la realización de análisis durante el embarazo, para descartar la infecciones por HIV, hepatitis y sífilis. Las madres seleccionadas e informadas apropiadamente firman un consentimiento para la donación previo al parto.

Todas las madres incluidas en el programa con una gestación que supere las 32 semanas son potenciales candidatas a la recogida de SCU existiendo unos criterios consensuados de exclusión

La SCU se obtiene cuando la placenta está "in útero" y el recién nacido ha sido separado de la placenta. La recogida de la SCU la realiza personal sanitario, médico o diplomado, distinto del personal que asiste directamente el parto.

La técnica es rápida y, de manera resumida, incluye el doble "clampaje" y sección del cordón umbilical, asepsia y punción de la vena umbilical, seguida del drenaje por gravedad en la bolsa, cooperando mediante expresión suave del cordón. Frecuentemente se practica una segunda punción.



Izquierda: detalle de la punción de la vena umbilical para la extracción de la SCU. Derecha: unidad de SCU completa.

Una vez recogido el máximo volumen posible se espera al alumbramiento de la placenta, cuyas venas se puncionan para obtener sangre para las pruebas complementarias. Así mismo se guarda un fragmento de cordón en el frasco correspondiente.

Se realiza un seguimiento clínico y analítico de la madre y el recién nacido durante el puerperio hospitalario, después de la cuarentena y, si es posible, a los seis meses, registrándose todas las incidencias que presenten la madre y el recién nacido.

AREA DE PROCESAMIENTO

El procesamiento comprende varias fases: a) Caracterización inicial del producto: Recuento de células nucleadas, citología convencional, estudio HLA y grupo sanguíneo. b) Reducción de volumen: Mediante sedimentación en Hidro-

xi-etil-almidón (HES) y centrifugación y c) Criopreservación en una solución de composición final: DMSO 10%, Dextrano 40 1% y HES 0,8% en plasma. La criopreservación y almacenamiento se realiza en el sistema Bioarchive (Thermogenesis). Este sistema congela controladamente hasta dos unidades cada 20 min. y las almacena automáticamente, registrando informáticamente todo el proceso.



Arriba, tanque de criopreservación y almacenamiento de SCU: Bioarchive. Derecha, detalle de la introducción de una unidad de SCU en el Bioarchive.



De cada unidad criopreservada se conservan muestras paralelas para controles posteriores: células y plasma de la madre del día del parto, plasma de la sangre de cordón, fragmento tisular de cordón umbilical, células de SCU obtenida de las venas placentarias.

Durante la visita de cuarentena se obtiene una muestra de sangre para realización de pruebas de "screening" serológico de enfermedades transmisibles.

GESTIÓN DE DATOS

Todas las unidades son registradas, respetando la confidencialidad, con un código interno. Las unidades validadas son incluidas en dos registros de datos con la información mínima necesaria para la búsqueda: código, células nucleadas criopreservadas, volumen inicial obtenido y HLA (A,B, DRB1). Estos registros, como se ha mencionado, son el REDMO (nacional) y NETCORD (internacional).

A través de estos registros se pueden consultar las unidades. Si existe alguna compatible con un paciente, el centro de trasplante puede ponerse en contacto directo con el banco para realizar las gestiones necesarias para el envío de la muestra.

ACTIVIDAD DEL "bcB"

Desde su creación hasta marzo de 2001 el "bcB" ha recibido 4294 unidades de SCU, de las cuales 3303 reunieron los requisitos técnicos para ser procesadas.

De éstas, finalmente 3150 fueron validadas y aptas para trasplante, siendo comunicadas a REDMO y NETCORD listas para su utilización.

La edad media de las gestantes ha sido de 29 años. El volumen medio obtenido ha sido 115 ml \pm 33 (incluyendo anticoagulante). Las CN obtenidas han sido $13,71 \times 10^8 \pm 6,61$, de las cuales un $0,30\% \pm 0,18$ expresan el antígeno CD34. La media de unidades formadoras de colonias obtenida fue de $2,01 \times 10^6$ y de células CD34+ de $4,11 \times 10^6$.

Durante el periodo antes mencionado se han recibido 559 peticiones de estudio de idoneidad de las unidades almacenadas que, finalmente, han generado 80 trasplantes, seis de los cuales han sido realizados mediante coinfusión de productos sometidos a expansión "ex vivo".

Los países y número de trasplantes realizados con unidades de nuestro banco han sido: Alemania (1), Argentina (6), Austria (1), Brasil (1), Canadá (1), España (37), Francia (2), Grecia (1), Israel (1), Italia (11), Portugal (1), Chequia (1), EEUU (16).

La supervivencia media a un año de los pacientes trasplantados con unidades de SCU de nuestro banco es cercana al 40%, que es similar a la que han observado otros BSCU.

Como conclusión, basada en parte en nuestra experiencia, se puede afirmar que las características funcionales de las células madre y progenitores hemopoyéticos de la SCU confieren a este producto una mayor capacidad de proliferación que redundan en una mayor probabilidad de injerto con dosis celulares reducidas. Además, el escaso contenido de células T que acompañan al trasplante, que son mayoritariamente "naive", se traduce en una menor incidencia de la EICH sin aumentar las tasas de recaída.

La posibilidad de disponer donantes de forma "ilimitada", la disponibilidad inmediata de las células de SCU criopreservadas, y la mejor tolerancia del trasplante en términos de EICH hacen que esta fuente de precursores hemopoyéticos sea atractiva en el trasplante a partir de donantes alternativos no emparentados.

El problema actual más relevante es la mortalidad, por infecciones y hemorragias, generada por los largos periodos de aplasia que siguen al trasplante. Por ello, los bancos de sangre de cordón deben esforzarse para ofrecer unidades con la mayor calidad hemopoyética posible.

En este sentido, la maternidad es una pieza clave ya que del personal comprometido en el programa depende, en gran medida, la calidad final del producto.

NUEVAS POSIBILIDADES DE LOS BSCU

Como se ha indicado anteriormente, a pesar de que los trasplantes de SCU son una buena opción en un número creciente de indicaciones clínicas, existen problemas que precisan ser resueltos. Algunos son similares a los de otros trasplantes hemopoyéticos, como la EICH, pero otros como la velocidad e implante e infecciones víricas tienen una significación especial en los trasplantes de SCU.

Tomando en cuenta el gran potencial proliferativo de las células hemopoyéticas de la SCU, se ha propuesto la expansión "ex vivo" de una fracción de la unidad de SCU como una vía para obtener grandes cantidades de progenitores potencialmente capaces de acelerar el implante hemopoyético.

En la misma dirección, parte del contenido de la unidad de SCU puede ser utilizado en la producción de células inmunocompetentes: células dendríticas, linfocitos T, etc, sensibilizados ante dianas específicas como péptidos bacterianos y víricos.

Además, las características únicas de la sangre fetal y neonatal, que hoy ya sabemos que también contiene células madre no hemopoyéticas (p.e. células madre mesenquimales) con una elevada plasticidad, apoyan la posibilidad de generar diferentes tejidos como cartílago, hueso, cardiomiocitos, hepatocitos, células epiteliales, etc. Todos estos productos celulares pueden ser candidatos potenciales a estrategias de transferencia génica.

Considerando todas estas posibilidades, es razonable predecir que, en un futuro cercano, los BSCU podrán evolucionar hacia auténticas factorías celulares que soportarán un amplio espectro de actividades terapéuticas. ■

REFERENCIAS

- Gluckman E, Broxmeyer HE, Auerbach AD et al. Hematopoietic reconstitution in a patient with Fanconi's anemia by means of umbilical-cord blood from an HLA-identical sibling. *New Engl J Med* 1996; 335:157-66.
- Broxmeyer HE, Douglas GW, Hangoc G et al. Human umbilical cord blood as a potential source of transplantable hematopoietic stem/progenitor cells. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1989; 86:3828-32.
- Rubinstein P, Taylor PE, Scaradavou A et al. Unrelated placental blood for bone marrow reconstitution: organization of the placental blood program. *Blood Cells* 1994; 20: 587-600.
- Gluckman E. European organization for cord blood banking. *Blood Cells* 1994; 20: 600-8.
- Kögler G, Callejas J, Hakenberg P et al. Hematopoietic transplant potential of unrelated cord blood: critical issues. *J Hematother* 1996; 5: 105-16.
- Lazzari L, Corsini C, Curioni C et al. The Milan cord blood bank and the Italian cord blood network. *J Hematother* 1996; 5: 117-22.
- Rubinstein P, Carrier C, Scaradavou A, Kurtzberg J, Adamson J, Migliaccio AR, Berkowitz RL, Cabbad M, Dobrila NL, Taylor PE, Rosenfield RE, Stevens CE. Outcomes among 562 recipients of placental-blood transplants from unrelated donors. *N Engl J Med*. 1998;339:1565-77.
- Rubinstein P, Adamson JW, Stevens C. The Placental/Umbilical Cord Blood Program of the New York Blood Center. A progress report. *Ann N Y Acad Sci*. 1999; 872:328-34.
- Locatelli F, Rocha V, Chastang C, Arcese W, Michel G, Abecasis M, Messina C, Ortega J, Badell-Serra I, Plouvier E, Souillet G, Jouet JP, Pasquini R, Ferreira E, Garnier F, Gluckman E. Factors associated with outcome after cord blood transplantation in children with acute leukemia. Eurocord-Cord Blood Transplant Group. *Blood*. 1999;93:3662-71.
- Sirchia G, Rebulli P. Placental/umbilical cord blood transplantation. *Haematologica*. 1999; 84:738-47.
- Rubinstein P, Dobrila L, Rodsenfield R et al. Processing and cryopreservation of placental/umbilical CB for unrelated marrow reconstitution. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1995;92:10119-22.
- Gluckman E, Rocha V, Chastang C. Cord blood banking and transplant in Europe. Eurocord. *Vox Sang*. 1998;74 Suppl 2:95-101.
- Capmany G, Querol S, Cancelas JA, Garcia J. Short-term, serum-free, static culture of cord blood-derived CD34+ cells: effects of FLT3-L and MIP-1alpha on in vitro expansion of hematopoietic progenitor cells. *Haematologica*. 1999;84:675-82.
- Srour EF, Abonour R, Cornetta K, Traycoff CM. Ex vivo expansion of hematopoietic stem and progenitor cells: are we there yet? *J Hematother* 1999;8:93-102.
- Querol S, Gabarro M, Amat L, Gonzalez S, Gomez MD, de la Calle O, Madoz P, Badell I, Garcia J. The placental blood program of the Barcelona Cord Blood Bank. *Bone Marrow Transplant*. 1998;22 Suppl 1:S3-5.
- Fibbe WE, Noort WA, Schipper F, Willemze R. Ex vivo expansion and engraftment potential of cord blood-derived CD34+ cells in NOD/SCID mice. *Ann N Y Acad Sci*. 2001 Jun;938:9-17.
- Turgeman G, Pittman DD, Muller R, Kurkalli BG, Zhou S, Pelled G, Peyser A, Zilberman Y, Moutsatsos IK, Gazit D. Engineered human mesenchymal stem cells: a novel platform for skeletal cell mediated gene therapy. *J Gene Med*. 2001 May-Jun;3(3):240-51.

AGRADECIMIENTOS

A los donantes.

A todo el personal sanitario, técnico y administrativo que colabora en el "bcB".

Proyecto financiado en parte con la ayuda FIS 97/2120, por el Servei Català de la Salut y por la Fundación José Carreras para la lucha contra la leucemia.

Valorización de los tubos de rayos catódicos

AUTORES: N. MENAD, F. GARCÍA CARCEDO,
N. CORNEJO GÓMEZ
*Departamento de Metalurgia Primaria
y Reciclado de Materiales
Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas
Avenida de Gregorio del Amo 8, Madrid 28080*

RESUMEN

En un monitor, alrededor del 98 % de plomo está contenido en el Tubo de Rayos Catódicos (TRC). Por lo general, la reutilización de este material como un componente no es aceptada, sólo los TRC de los televisores pueden ser reutilizados. Sin embargo, en la actualidad este mercado es muy pequeño. Algunas empresas americanas han desarrollado un proceso para reciclar todo el vidrio contenido en los TRCs, este proceso incluye la limpieza y la clasificación del vidrio. El producto obtenido se utiliza en la fabricación de vidrio para un nuevo TRC. Algunas empresas metalúrgicas utilizan el vidrio pulverizado de los TRCs en procesos de fundición como material escoriificante reemplazando a la arena o escoria. En este trabajo, se presentan y se discuten algunas medidas medioambientales con relación al reciclado de ordenadores y televisores, y del TRC de ordenadores.

Palabras clave: Tubo de rayos catódicos; vidrio; reciclado; incineración; vertido; manipulación; valorización.

ABSTRACT

In a monitor, over 98 % of lead is in the Cathod Ray Tubes (CRT). This material is generally not accepted for reuse as a component, only those from televisions can be reused. However, this currently represents only a very small market. Envirocycle (an U.S. company) developed a process to recycle all glasses contained in CRT, this process included cleaning and sorting glass. The product obtained is used for the manufacture of new CRT glass. Some industries used pulverized glass from CRTs in smelting processes as slagging material instead of sand or slag. In this paper, some environmental issues related to recycling of computers and TV sets, and CRT from computers are presented and discussed.

Keywords : Cathode ray tube; glass; recycling; incineration; landfilling; handling.

1. INTRODUCCIÓN

El TRC en los monitores de ordenador contiene algunos materiales peligrosos tales como plomo, cadmio

y mercurio. Es la razón de que el vertido de los TRCs rotos o una vez finalizado su ciclo de vida, sea un problema grave y costoso. En los próximos años se espera un crecimiento continuo de la producción de monitores. En 1994, la producción mundial de monitores de ordenador fue alrededor de 35 millones de unidades (ver Figura 1), y la producción estimada en 1996, fue alrededor de 56 millones de unidades, y de 65 millones de unidades en 1998 [1]. Se estima que el número total de monitores de ordenador rotos o al final de su ciclo de vida, en el mundo alcance los 30 millones de unidades por año para el 2005 [2]. Según Smith [1], el TRC total contiene plomo en una concentración aproximada del 8 % en peso repartido en el cono, cuello y frita de sellado. La figura 1 muestra el crecimiento de la producción anual de monitores de ordenador en el mundo, y la cantidad de plomo introducido en el mercado a través de los ordenadores fabricados. Se puede observar que el incremento en la producción de ordenadores está en relación casi directa con el incremento del material peligroso introducido en el mercado de metales.

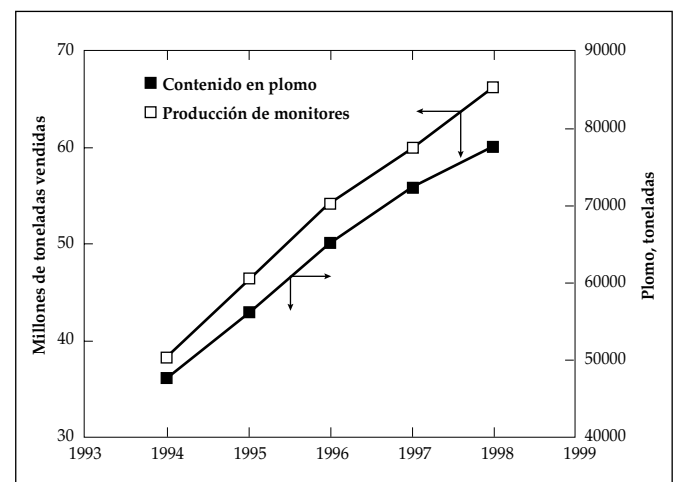


Fig. 1. Producción anual de ordenadores y cantidades de plomo usadas [1].

2. COMPONENTES DEL TRC

Los tubos de rayos catódicos se componen de tres partes: cuello, cono y la pantalla. El monitor monocromo (blanco y negro) tiene la pantalla revestida internamente de fósforo. Este material de fósforo al ser impactado por un haz de electrones aumenta el nivel de energía de los electrones del fósforo, que al retornar a su estado inicial emiten energía en forma de luz. Sin embargo, un monitor color tiene un diseño más complejo, la pantalla está revestida internamente con trifósforo rojo, verde y azul dispuesto, en bandas o configuraciones. Un TRC

contiene principalmente tres tipos diferentes de vidrios. El vidrio con elevado contenido en plomo se encuentra en el cuello, que contiene principalmente SiO_2 y PbO , mientras que el vidrio de la pantalla contiene otros materiales. Un tubo de rayos catódicos está compuesto aproximadamente de 63,2% de vidrio de pantalla, 24% vidrio del cono, 12% de metal férreo, 0,4% del cañón de electrones, 0,4% del vidrio de sellado, y 0,04% de polvo de fósforo. De acuerdo a Hedemalm [3], cada monitor-TRC y televisión contiene aproximadamente 0,4 kg y 1 kg de plomo, respectivamente, en la forma de óxido de plomo. El plomo se usa como blindaje a la radiación [4], y para estabilizar el vidrio. El bario se encuentra también en el vidrio de los monitores-TRC.

El pigmento (material fosforescente) que recubre la pantalla contiene otros metales. La parte interna de la pantalla contiene sulfuros de cinc, itrio y europio o también sulfuro de cadmio. El cuello y la pantalla contienen SiO_2 , Na_2O , K_2O y PbO como compuestos mayoritarios, y SrO , BaO , Al_2O_3 , CaO como compuestos minoritarios. Otros compuestos tales como CeO_2 , Fe_2O_3 , As_2O_3 y TiO_2 se encuentran a niveles traza [5].

Como se muestra en la figura 2, las partes constituyentes de los TRCs de los monitores de ordenador y de televisión son la pantalla, el cono y el cañón de electrones. El vidrio del cono contiene plomo usado como barrera de protección contra los rayos X. El recubrimiento de fósforo contiene sulfuro de cadmio [6]. El vidrio de pantalla contiene óxido de bario. Tenemos conocimiento de que la nueva normativa prohíbe el vertido de los TRCs en vertederos, para evitar la contaminación del agua subterránea por los diferentes metales pesados contenidos en estos TRCs. Estos materiales deben ser depositados en vertederos controlados. Estas normativas han promovido que las industrias comiencen a estudiar diferentes posibilidades de reciclar los TRCs.

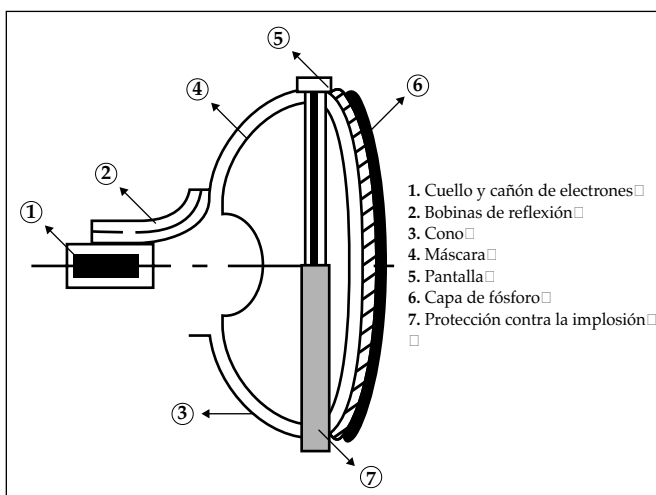


Fig. 2. Componentes de un TRC de color.

La pantalla y el cono contienen muchos compuestos, tales como PbO , BaO , SrO , y otros [6]. El contenido en PbO presente en el cono es de aproximadamente 13%. Sin embargo la pantalla no contiene óxido de plomo. Una opción muy atractiva para reciclar un TRC es el desguace y posterior aislamiento de los materiales. Hay dos caminos, reutilizar los componentes y re-procesar los materiales.

Goforth et al. [7] determinaron que la fritada de sellado, el cuello y el cono contienen elevadas concentraciones de óxido de plomo (PbO). Sin embargo, el vidrio del panel contiene bajas cantidades de plomo. La figura 3 muestra el contenido de PbO (% en peso) presente en los componentes de vidrio de un TRC.

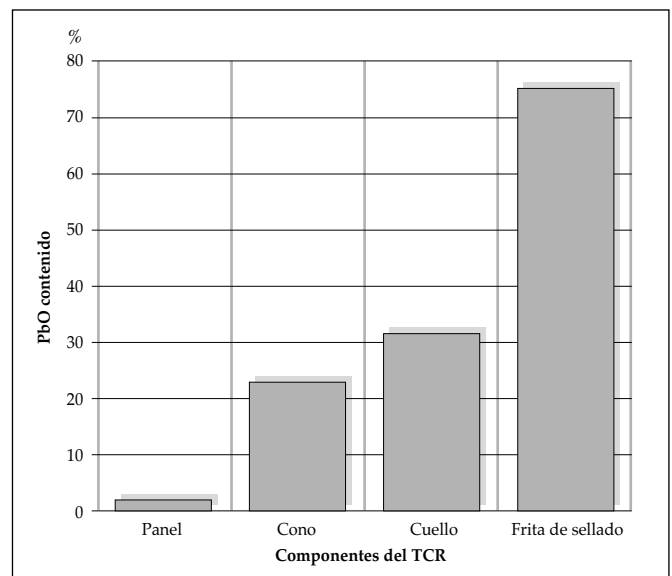


Fig. 3. Contenido de óxido de plomo en los componentes de un TRC, [7].

3. COMPOSICIÓN DEL VIDRIO EN UN TRC

El vidrio utilizado en los TRCs de color es de composición mucho más compleja que el de los vidrios tradicionales de soda-cal y de plomo-alcalinos. El vidrio usado en la fabricación de un TRC color contiene aproximadamente 64 % de arena, 9 % de óxido de estroncio, 8 % óxido de sodio, 8 % de óxido de potasio, 3 % de óxido de plomo, 3 % de óxido de calcio, 2 % óxido de bario, 1 % de trióxido de aluminio, y 2 % de otros óxidos [8]. Estos óxidos se utilizan como estabilizadores. De acuerdo a la Agencia de Protección del Medio Ambiente en los Estados Unidos (EPA), los vidrios de un TRC color se clasifican como residuos peligrosos.

El TRC en un monitor de ordenador y en un equipo de televisión no sólo contiene vidrio, sino también plásticos tratados con agentes retardantes de combustión. Se ha publicado que los ordenadores y las televisiones de

color son aparatos caracterizados por su gran volumen y elevadas concentraciones de retardantes del fuego. En el proceso de incineración de estos materiales, se pueden producir dioxinas en la mezcla de los gases producidos, los cuales son verdaderamente compuestos muy tóxicos.

En la actualidad se evita el vertido de los TRCs de ordenadores o de equipos de televisión, debido a su contenido en plomo, que es una amenaza para el medio ambiente, que sometido a una lixiviación ácida de elevadas concentraciones de metales pesados, puede contaminar el agua subterránea. Los TRCs deben ser vertidos en depósitos especiales (con licencia) para residuos peligrosos. El coste de vertido en tales depósitos se incrementa en una proporción del 20 % al 25 % por año [9], y el coste total también incluye el transporte de toneladas de material, lo que es muy costoso. Estos materiales son considerados residuos peligrosos por la Agencia de Protección Medio Ambiental (EPA, USA), por lo que el reciclado es una buena alternativa.

4. VALORIZACIÓN DEL TRC

Hay tres opciones para solucionar el problema del TRC. Reciclar los diferentes materiales constituyentes de los aparatos electrónicos, o cerrar el ciclo. Esto significa reutilizar un material para la fabricación de un producto que puede ser usado de una forma diferente a la original, o usar el vidrio del TRC en el proceso de fusión de plomo, o depositarlo en un vertedero. Es importante subrayar que el TRC se encuentra bajo una presión de vacío, lo que lo hace peligroso de tocar y manipular. En primer lugar, el TRC es golpeado para liberar el vacío. Luego se corta el cuello y se separa el cañón de electrones. En la siguiente etapa se separa la estructura de metal para poder acceder a la junta entre el cono y la pantalla. La pantalla tiene que ser separada del cono para tener acceso a la parte interior del TRC. Posteriormente se separan la máscara y el recubrimiento de fósforo, que serán llevados a un vertedero controlado.

4.1. Reciclado

Para que un proceso de reciclado sea provechoso, el costo de reciclar debe ser menor que el valor del producto recuperado. El reciclado de estos productos pueden realizarse por:

1. Reutilización de productos.
2. Reutilización de componentes individuales del producto.
3. Reutilización de materiales usados para fabricar componentes del producto.

En el caso de los ordenadores, el reciclado no tiene porque cerrar el ciclo. Esto significa que los materiales inicialmente usados para fabricar monitores son nuevamente usados para fabricar nuevos monitores.

En el caso del plomo, podría evitarse su vertido si se introduce el material de plomo en el mercado o es ofrecido a las industrias. Los compuestos que contienen bromo pueden ser reutilizados o eliminados mediante un proceso de incineración que no produzca dioxinas.

Los procesos de reciclado para la chatarra electrónica están tecnológicamente bien establecidos, con una excepción: los tubos de rayos catódicos (TRCs). El recubrimiento luminiscente de los tubos contiene metales pesados y otras toxinas, mientras que el vidrio contiene plomo y bario. Una compañía europea está desarrollando un proceso para separar el recubrimiento de fósforo de los tubos mediante el uso de fibras de plantas y filtración con microorganismos para limpiar la solución usada, en un sistema de circuito cerrado. Al inicio, el coste de utilizar una planta piloto para tratar los tubos será alto, pero se espera que, en tres o cuatro años, este coste baje por debajo del coste proyectado de vertido [10].

Se ha demostrado que es posible el reciclado del TRC a una escala industrial. En la actualidad hay algunas empresas americanas y alemanas que reciclan los TRCs de ordenadores y de televisiones [11]. En España no existe una empresa de reciclado de TRCs, y se llevan a vertederos controlados. En la figura 4 se muestra como ejemplo el esquema de un proceso integral de reciclado de TRC.

Los plásticos, metales, y la placa de circuito impreso asociados con la televisión y monitores, se reciclan por diferentes procesos. El vidrio una vez limpio y clasificado, es enviado a las empresas de vidrio para ser usado como materia prima en la fabricación de vidrio TRC. Sin tener en cuenta el transporte o la normativa de cada país, este proceso puede ser más barato que usar el vidrio TRC en la fundición o depositarlo en un vertedero de residuos peligrosos. Sin embargo, la limitación de la capacidad de la industria del vidrio es la mayor desventaja. En Alemania el reciclado de los TRCs es una realidad, los vidrios que no pueden ser identificados se usan en minería como material de relleno, en la fabricación de papel lija o en superficies para el encendido de las cerillas. El plomo contenido en los vidrios TRC pueden ser extraídos por medios químicos [6] usando reactivos específicos a un pH elevado de alrededor de 9, en un medio de carbonato/bicarbonato.

4.2. Proceso de fusión de metales

El vidrio TRC puede ser utilizado como agente fundente por los fundidores de plomo. Esta alternativa es preferible al vertido, pero es caro. Este proceso tiene un potencial de aplicación a largo plazo, debido a que la capacidad es limitada. En una empresa sueca, utilizaron vidrio de los TRCs pulverizado en su horno de incineración como material escorificante y absorbente de metales pesados reemplazando al uso de arena o escoria.

5. CONCLUSIONES

1. El TRC en los monitores de ordenador está considerado como material peligroso. El TRC de los aparatos electrónicos contiene algunos elementos considerados como tóxicos, tales como plomo, cadmio y mercurio y su vertido es un problema severo y costoso.

2. Se espera un incremento de la producción de monitores en los próximos años, trayendo consigo un incremento de material peligroso introducido en el mercado. En el proceso de incineración de los TRCs, sus vidrios pueden ser usados como material escorificante para absorber metales pesados reemplazando a la arena o escoria usual. Sin embargo, se puede encontrar en los gases producidos diferentes compuestos tóxicos, tales como dioxinas y furanos.

3. El reciclado de los TRCs es viable, algunos procesos han sido desarrollados por empresas americanas y alemanas. El proceso incluye el desguace, la limpieza y la clasificación de los diferentes vidrios contenidos en el TRC.

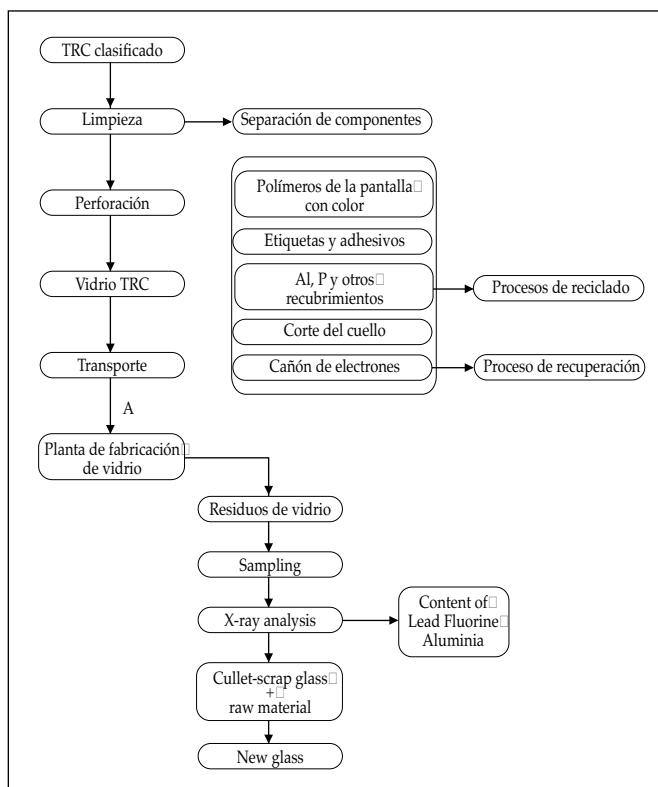


Fig. 4. Diagrama de flujos para un proceso integral de reciclado de TRC.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo se ha realizado como parte del programa de reciclado en MIMER (Minerals and Metals Recycling Research Centre at Luleå University of Technology, Suecia), financiado por NUTEK, Swedish National Board for Industrial and Technical De-

velopment, en coordinación con el departamento de Metalurgia Primaria y Reciclado de Materiales del CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas), donde se ha desarrollado un proyecto de investigación sobre reutilización y minimización de residuos industriales, financiado por la Comunidad de Madrid (Proyecto CAM 07M/0080/1998). ■

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Smith, D.; Small, M.; Dodds, R.; Amagai, S.; Strong, T., "Computer recycling: a case study", Dept. of Corp. Environ. Affairs, Sony Electron Inc., San Diego, CA, USA, Engineering Science and Education Journal, Vol: 5 Iss: 4 p. 159-64, Publisher: IEE, Aug. 1996, Aug. 1996.
- [2]. Dodds, R.E.; Small, M.; Smith, D.S., "Leaded CRT-glass scrap: an alternative to landfilling", Sony Eng. & Manuf. of America, San Diego, CA, USA, International Symposium Digest of Technical, Papers. SID, p. 901-4., 996 pp., USA, 1994.
- [3]. Hedemalm P, Carlsson P, Palm V, "Survey of the contents of materials and hazardous substances in electric and electronic products", Nordic Council of Ministers, 1994.
- [4]. Garrity, E.R.; Chenoweth, M.A., "CRT-glass optimization by selective X-ray filtration", Thomson Consumer Electron., Lancaster, PA, USA, 1994 SID International Symposium Digest of Technical Papers. SID p. 897- 900, 996 pp., 1994.
- [5]. Per Hedemalm, IVF, Per Carlsson, IVF, Viveka Palm, IVL., "Waste from electrical and electronic products : a survey of the contents of materials and hazardous substances in electric and electronic products", Nordic Council of Ministers, Copenhagen K, report, 96 pp., 1995.
- [6]. Hentschel, Claudia; Seliger, Guenther; Zussman, Eyal, "Grouping of used products for cellular recycling systems", CIRP Annals-Manufacturing Technology, v 44 n 1, 11 - 14, 1995.
- [7]. Goforth D. E., Morse L. R. and Gulati S. T., "Lead Extraction from CRT Glasses", SID International Symposium Digest of Technical, Papers. SID, p. 905 -, 996 pp., USA, 1994.
- [8]. Brain, J., "From cups to CAD: a history of glass with CRTs in mind", Thomas Electron., Wayne, NJ, USA, Information Display, March, 1990.
- [9]. Collentro, J.S., "CRT disposal: recycle or pay the cost", Information Display, Vol: 9 Iss: 1. p. 9-11, Jan. Publ. in USA, 1993.
- [10]. Buckley, David, "Recycle update", EP Electronic Production, London, v 24 (2) Feb., 1995.
- [11]. Viveka Palm, "Environmental Hazards Connected to the Content in Cathode Ray Tubes and Cabinets", Report, IVL, Stockholm, Swedish environmental research institute, October B 1188, pp 18, 1995.

Campos electromagnéticos medioambientales y recomendaciones de la Unión Europea

AUTOR: ANTONIO HARNANDO GRANDE
Catedrático de Magnetismo de la Universidad Complutense de Madrid.
Director del Instituto de Magnetismo Aplicado
Apdo. Correos 155. 28230 Las Rozas (MADRID).

RESUMEN

El presente trabajo pretende, en primer lugar, explicar, en un lenguaje inteligible para el profano a la Física, el contexto en el que el Consejo de la Unión Europea ha elaborado una Recomendación con fecha 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público a radiaciones no ionizantes de frecuencia comprendida entre 0 hercios y 300 gigahercios. **Se pretende también, en segundo lugar, establecer con la máxima claridad y en diferentes unidades los valores límites de exposición que el Consejo recomienda, con un amplio margen de seguridad, para que los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial (50 hercios) no produzcan efectos nocivos sobre la salud del público en general.**

ABSTRACT

The present work tries, at first, to explain with an intelligible language understandable for non-physicist people, the framework in which the European Union Council has elaborated a recommendation, dated on July 12, 1999 related with general public exposure to the non-ionizing radiations, i.e. radiation with a frequency ranging between 0 Hz and 300 GHz.

Secondly, it tries also to establish in a very clearly way, and in different units, the exposure limit values recommended by the Council, with a broad security margin. Below those limits it is considered that the electrical and magnetic fields with an industrial frequency or 50 Hz do not produce injurious effects on the general public health.

1. LA INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

COMO BASE DE LA MATERIA Y LA VIDA

Según la teoría más aceptada del origen del Universo, desde el comienzo de la Gran Explosión existía un número enorme de fotones, electrones, positrones y neutrinos, y una pequeña contaminación de protones y neutrones. Los

fotones son los cuantos del campo electromagnético. La interacción entre partículas cargadas, electrones, positrones y protones, conocida como interacción electromagnética es junto a la interacción fuerte que mantiene unidas a las partículas que forman el núcleo atómico, la interacción débil y la interacción gravitatoria que gobierna la condensación de las galaxias y el movimiento de los planetas alrededor de las estrellas, una de las cuatro protagonistas de la historia del Universo. Pero es quizás la más familiar en la escala en que los humanos estamos habituados a movernos en el Planeta. La atracción electromagnética es la responsable de que electrones y protones se agrupen formando átomos y que posteriormente estos se condensen en moléculas y finalmente en sólidos o en macromoléculas como las proteínas y los virus. La química y la biología son manifestaciones de la interacción electromagnética. La célula es el resultado del acoplamiento electromagnético de moléculas orgánicas mediante el denominado enlace químico que no es más que el resultado de la atracción electromagnética entre átomos.

La vida puede existir exclusivamente en un medio electromagnético adecuado que gobierne los ritmos de radiación manteniendo los márgenes requeridos de temperatura. También la radiación electromagnética formada por fotones es componente indispensable de la función clorofílica, responsable de la existencia de vida en su forma actual. A partir de agua y anhídrido carbónico se sintetiza azúcar que constituye un almacén de energía. El exceso de energía potencial que la molécula de azúcar tiene respecto a las moléculas iniciales se obtiene de la energía electromagnética, o luz, del Sol que es absorbida durante la síntesis sólo si está presente la clorofila que actúa como catalizador. La formación de azúcar es la base de toda la síntesis de alimentos para las diversas formas de vida organizada.

Las radiaciones electromagnéticas consisten en fotones de distintas energías. Recientemente, a comienzos del siglo XX, Planck descubrió que la energía de un fotón depende de su frecuencia. La frecuencia del fotón o frecuencia de la onda electromagnética determina, por ejemplo, los colores. La diferencia entre la luz verde y la roja es su frecuencia. La capacidad de impresionar nuestro órgano visual queda restringida a una banda muy reducida de las frecuencias posibles. Si es f la frecuencia del fotón, su energía E es proporcional a f con una constante

de proporcionalidad que desde Planck se conoce con la letra h . Por tanto, la fórmula que relaciona energía y frecuencia es sencillamente $E=hf$.

Sirva esta introducción para incrementar la conciencia sobre la relevancia de las interacciones electromagnéticas en el desarrollo del Universo, de la Tierra, de la Naturaleza y de la Vida. Se puede afirmar que los campos y ondas electromagnéticos se encuentran en la textura más íntima de toda materia y que intentar prescindir de ellos es prescindir de la materia, de la luz, de los alimentos y de la vida.

2. RADIACIONES IONIZANTES

Y NO IONIZANTES

El Sol, como fuente de energía, es responsable directo de la vida sobre la Tierra en todas sus formas. La transmisión de la energía desde el Sol, donde se produce continuamente por fusión nuclear, hasta la Tierra se realiza mediante fotones o radiación. La atmósfera amortigua la radiación ultravioleta, que correspondiendo a la banda más energética del entorno del espectro visible produciría quemaduras si actuara con mayor intensidad. Este es un primer ejemplo del equilibrio requerido para el desarrollo de la vida. Si bien necesitamos la radiación del Sol, su exceso nos desintegraría. La dosis crítica de radiación ultravioleta la fija la capa de ozono atmosférica, cuyo estado, con tanta razón, preocupa a una sociedad cada vez más consciente de este equilibrio frágil sobre el que descansa la posibilidad de vivir. Al encontrarse las moléculas que forman el organismo enlazadas por fuerzas electromagnéticas, son susceptibles de romperse por fuerzas externas de la misma magnitud. Los fotones de alta energía, comprendida en el rango de órdenes de magnitud de 0,1 a 1 eV, son capaces de romper las moléculas, ya que la energía del enlace químico está comprendida en el mismo intervalo. (Nota, 1 electrón-voltio, eV, es la energía que adquiere un electrón en un potencial de 1 voltio. La energía cinética con que se mueve una molécula de nitrógeno que forma parte del aire de nuestra habitación a 20 grados centígrados de temperatura es 0,026 eV). Los fotones con energía inferior a 0,1 eV no son capaces de romper los enlaces químicos y se denominan no ionizantes, ya que de la ruptura de los enlaces se deriva la formación de iones que son los átomos inicialmente enlazados tras separarse violentamente. Si uno considera que la constante de Planck es $h=6,6 \cdot 10^{-34}$ julio·segundo ó $6,6 \cdot 10^{-15}$ eV·segundo todos los fotones con frecuencias f inferiores a 10^{13} seg $^{-1}$ ó 10^{13} Hz (la unidad Hz significa herzio o uno dividido por segundo; el número de herzios es el número de veces que en un segundo se invierte el sentido del campo eléctrico del fotón; 10^{13} significa diez billones ya que indica que es una cantidad de trece cifras) tienen energías inferiores a 0,01 eV y pueden considerarse como radiaciones no ioni-

zantes o no rompedoras de moléculas. Por esta razón las denominadas radiaciones no ionizantes abarcan el espectro de frecuencias que se extiende entre los campos estáticos –o no variables con el tiempo– para los que $f=0$ y los de frecuencia 300 GHz ó 300 gigaherzios = $3 \cdot 10^{11}$ Hz (1 GHz son mil millones de herzios o 10^9 Hz).

Todos sabemos que la radiación gamma o los rayos x al ser ionizantes pueden producir efectos nocivos sobre los tejidos. Pero debe considerarse que no basta la incidencia de fotones de alta energía para derivarse daños, es también preciso que el número de fotones sea suficientemente elevado. La dependencia del daño con el número de fotones o *intensidad* de la radiación, permite hablar de **dosis de tolerancia y dosis de seguridad** incluso para las radiaciones altamente energéticas o ionizantes.

Se puede concluir que todos los fotones u ondas electromagnéticas con frecuencias comprendidas entre cero herzios y un billón de herzios no tienen energía suficiente para romper moléculas y por tanto se consideran no ionizantes. Son, por tanto, incapaces de generar directamente mutaciones genéticas mediante la ruptura de ADN.

3. EL ELECTROMAGNETISMO

COMO CIENCIA

Si bien desde el comienzo del Universo, hace más de diez mil millones de años, el electromagnetismo ya estaba ahí, los seres humanos hemos sabido adecuadamente de su existencia hace relativamente poco. El método experimental permitió que un conjunto de investigadores: Coulomb, Gauss, Poisson, Oersted, Ampère, Faraday y Maxwell que ocupan la etapa comprendida entre el fin del XVIII y la segunda mitad del XIX, descubrieran las leyes que gobiernan el funcionamiento de las interacciones electromagnéticas. Posteriormente Einstein, en su Teoría de la Relatividad Restringida concluyó que la velocidad de las ondas electromagnéticas (velocidad de la luz) es la misma en todos los sistemas de referencia mostrando así que la consistencia de las ecuaciones de Maxwell es superior a la de las leyes de la dinámica de Newton. El establecimiento posterior de la Electrodinámica Cuántica, constituyó el último peldaño que permitía cerrar la teoría electromagnética a escala atómica y subatómica. Hoy el Electromagnetismo es una ciencia cerrada y acabada. Los efectos de los campos magnéticos sobre la materia, interacciones electromagnéticas, son perfectamente conocidos. Las fuerzas que los campos ejercen sobre las cargas eléctricas, tanto en reposo como en movimiento, y los momentos magnéticos se pueden calcular con precisión.

El último aserto del párrafo anterior es especialmente importante para centrar con claridad el problema que representa la interacción de los campos electromagnéticos con

la materia viva. Cualquiera que sea el efecto producido por un campo de una cierta intensidad y frecuencia debe poderse explicar como una consecuencia de las fuerzas electromagnéticas que son perfectamente conocidas. La dificultad para explicar sus efectos sobre la salud proviene de la falta de conocimiento suficientemente detallado sobre todos los mecanismos físico-químicos que constituyen la vida. Por supuesto que esta falta de conocimiento está originada por la enorme complejidad de los fenómenos biológicos. Pero son estos los que deben investigarse. En otras palabras, es un error considerar que los campos electromagnéticos pueden producir efectos sobre la vida diferentes a los que producen sobre partículas cargadas. **No hay que inventar nuevas propiedades de los campos electromagnéticos para justificar su acción sobre lo vivo, más bien hay que profundizar en los mecanismos que gobiernan la marcha de las partículas cargadas presentes en la célula, de tal modo que partiendo de las fuerzas bien conocidas de los campos electromagnéticos sobre dichas cargas, explicar su efecto sobre los mecanismos biológicos.**

Como es común, a todos los avances del conocimiento teórico de una ciencia acompañan los avances tecnológicos. Recíprocamente los avances tecnológicos generan nuevos conocimientos básicos. En este marco dialéctico, el establecimiento de las leyes del Electromagnetismo se vio acompañado de la génesis de un vasto panorama de posibilidades tecnológicas como las que se esbozan a continuación.

4. EL ELECTROMAGNETISMO COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO Y BIENESTAR: LA REVOLUCIÓN DE FARADAY

La posibilidad de crear campos electromagnéticos artificialmente

El disco duro del ordenador, el vídeo, la cinta magnetofónica, la banda de las tarjetas de crédito, códigos de seguridad, los núcleos de los motores, transformadores y generadores, la televisión, los equipos de telecomunicaciones, todos estos elementos tan familiares en el año 2000 están basados en efectos de los campos eléctricos y magnéticos. Estos sistemas, a diferencia de toda la química de la Naturaleza que es también esencialmente resultado de las leyes del Electromagnetismo, no existen espontáneamente, han sido fruto del trabajo de investigación del hombre. Se puede afirmar que desde comienzos del siglo XX los campos magnéticos creados artificialmente por la humanidad se superponen a los campos electromagnéticos que naturalmente existen desde hace millones de años sobre la superficie de la Tierra.

La aplicación más revolucionaria de los campos electromagnéticos fue sin duda la llevada a cabo este siglo gracias al descubrimiento de Faraday hacia la mitad del siglo XIX. Este genial físico experimental inglés descubrió en su

laboratorio que los campos eléctricos, de los que hasta entonces se sabía que eran creados por cargas eléctricas, también se creaban, sin necesidad de contar con carga eléctrica, con campos magnéticos variables en el tiempo. La posibilidad de crear campos magnéticos variables mediante artilugios mecánicos que hagan girar, por ejemplo, imanes, es inmediata. De este modo se podrían construir "fábricas" de campo eléctrico y mediante conductores transportar la electricidad a distancias alejadas de ellas. Este transporte era en realidad un transporte de energía que, por su principio de conservación, consistía en la energía que gastaba el artilugio mecánico para hacer girar el campo magnético. La energía se podía almacenar como energía química, o mecánica, convertir en campo eléctrico, transmitir a distancia – análogamente a como la energía nuclear del Sol se transmite a la Tierra mediante fotones – y entonces volverla a convertir en energía utilizable en los lugares de consumo, viviendas, oficinas y fábricas. La posibilidad de utilizar la energía en cualquier parte, sin necesidad de aproximación a la fuente, constituye el resultado científico que más ha contribuido a alcanzar el nivel de bienestar, cultura, seguridad sanitaria y capacidad industrial de los pueblos más desarrollados. Da vértigo comenzar a vislumbrar cómo cambiaría el mundo si no hubiera suministro de energía en las viviendas, en los hospitales o en las fábricas. Este ejemplo ilustra perfectamente cómo el descubrimiento de las leyes que rigen los fenómenos electromagnéticos inherentes a la materia desde que el Universo es Universo, permite a la sociedad utilizar dichos fenómenos para mejorar su cultura y su estilo de vida. **Es fácil comprobar que todo avance positivo contiene contraindicaciones en su propia esencia.** Si utilizamos energía hay que pagar un coste. Este coste es la estética del campo y la ciudad dañada por las torres que sustentan los conductores de suministro, la perturbación ecológica del lugar en que se almacena la energía (presa hidráulica, central térmica o nuclear), el aumento de la intensidad ambiental de campos electromagnéticos de 50 Hz, la posibilidad de electrocutarse, etc. Afortunadamente muchos de estos factores pueden evaluarse con precisión de modo riguroso. Otros no, como, por ejemplo los estéticos. A la hora de enmarcar la envergadura de la dialéctica que conduce a esa cuestión radical: ¿Merece la pena el progreso? sería bueno tener presente que los daños derivados de una tecnología, por ejemplo la de los campos electromagnéticos, no pueden nunca ser mayores en media que aquellos a los que estamos expuestos por la existencia natural de los campos electromagnéticos. La cuestión, pues, sólo admite una respuesta tras un balance riguroso. La razón beneficio/riesgo debe analizarse desapasionadamente y con perspectiva. **Como en el caso de la radiación ultravioleta solar, debemos buscar la condición crítica de equilibrio en la limitación de intensidades, que dependerá de cada rango de frecuencias.**

Un dato a considerar con vista a elaborar un detallado análisis de los riesgos que permite estimar el estado ac-

tual del conocimiento de los fenómenos biológicos es el que se refiere a las intensidades de campo magnético asociado a la transmisión de la energía en forma eléctrica. **Los campos eléctricos generados por los conductores que forman las líneas de transmisión son de 50 Hz. El campo magnético que existe debajo de una línea normal nunca supera los 20 microtesla. El campo magnético continuo en él que nosotros nacemos y vivimos, oscila de un punto a otro de la superficie de la Tierra pero es del orden de 50 microteslas. El campo magnético que actúa sobre un paciente en un experimento de Resonancia Magnética Nuclear es de cuatro millones de microtesla ó cuatro teslas.**

5. EL EFECTO DE LA INCULTURA

CIENTÍFICA MEDIA SOBRE EL

TRATAMIENTO SOCIAL DEL PROBLEMA

Los ciudadanos que se agrupan en su mayoría en la denominada cultura media de cualquier país desarrollado suelen desconocer la ciencia. Lo que hace a España especialmente peculiar es la sorprendente ignorancia científica de la clase culta. La pequeña protesta intelectual por los índices del PIB relacionados con la investigación científica es a su vez un índice de esta ignorancia. La repercusión que en el futuro próximo pueda tener una actitud tan reaccionaria es preocupante. Una de las posibles causas de este panorama es la incapacidad de los científicos para encontrar el lenguaje apropiado que les permita comunicarse con el resto de los estamentos culturales de la sociedad. El resultado de semejante pecado de omisión **se ve amplificado por él de aquellos otros charlatanes que utilizando el desconocimiento general, intentan sacar provechos inconfesables, aun a costa de confundir profundamente al público.**

Para mostrar esta triste realidad valgan tres ejemplos de atropello a la cultura científica que han sido desgraciadamente frecuentes en nuestros medios informativos. Hemos vivido el episodio publicitario del "agua imantada" como curativo milagroso de mil enfermedades y hemos escuchado a algún fanático "ultra-ecologista" decir que el viento del Estrecho iba a llevar de aquí para allá el campo magnético producido por un cable submarino, como si el campo tuviera masa para ser zarandeado por el vendaval. Peor aún es la solución de enterrar los cables de conducción de las líneas de alta tensión, sin modificar su configuración, si se pretende que sea remedio a los posibles efectos perniciosos del campo magnético. Cualquier estudiante de primero de Licenciatura sabe que el campo producido por los cables decrece para una intensidad dada con la distancia a ellos. El campo se propaga exactamente igual por la tierra y por el aire. Como en la tierra los cables se entierran a una profundidad inferior a la altura a la que se tienden en el aire, el campo magnético producido a nivel del suelo será mayor, a menos que se aproximen mucho más entre ellos. Más grave aún es la situación que se origina cuando en el

terreno del enterramiento se encuentran materiales ferromagnéticos que, en algunos puntos, amplifican cientos de veces el campo magnético. En conclusión, si el campo magnético creado por las líneas fuera nocivo, el enterramiento de los cables agravaría notablemente el efecto. Si el enterramiento es motivado por razones estéticas ó psicológicas bienvenido sea si es económicamente justificable.

Quien, desde la más absoluta ignorancia científica, escucha estas barbaridades tan sensacionalistas y llamativas las aprende con mas facilidad que la divulgación científica rigurosa. **Como esta información afecta a muchos se crea una opinión social, que contiene junto a elementos positivos de madurez ciudadana una enorme cantidad de confusión e incultura científica. Dicha opinión presiona a políticos y legisladores y ha llevado al Consejo de la Unión Europea a dictar la normativa cautelar objeto de este Informe. El efecto de esta presión social, como él de las propias Recomendaciones del Consejo, es tanto más preocupante cuánto más inculta científicamente hablando, es la clase dirigente llamada a solucionar las causas que generan tal presión.** Incluso el propio texto de las Recomendaciones del Consejo se hace difícil de comprender para ciertos miembros de las clases dirigentes, cuyas reacciones pueden llegar a contribuir positivamente al aumento de esa presión que en la mayoría de los casos es al menos parcialmente injustificada. Los científicos serios, muchas veces profesionalmente despreocupados de estos problemas sociales, deberían detenerse para colaborar con la sociedad, principalmente en lo que concierne a "distinguir las voces de los ecos" en todo lo que se escucha y lee en los medios de comunicación. Es verdad que los científicos por oficio suelen ser muy respetuosos con lo desconocido y muy críticos con lo conocido, pero ideas como la mencionada respecto al riesgo de que el viento arrastre al campo o la eliminación del campo con el enterramiento de los cables deberían refutarse inmediatamente y sin paliativos.

Ante: 1) la existencia de una presión social auténtica que exige, con todo derecho, información fiable y que está basada en una hipersensibilidad hacia los efectos de los campos electromagnéticos, 2) la indiscutible ignorancia excepcional que sobre la ciencia tienen las clases cultas en España, 3) la realidad del problema, desde el lado de la biología, debido a que no se conocen en detalle todos los mecanismos físico-químicos que constituyen la vida, 4) la también evidente realidad de que muchos de los ingredientes del problema, concretamente los relacionados con la física de los campos electromagnéticos, son científicamente conocidos de forma rigurosa y bien establecida (así son, por ejemplo, las fuerzas que los campos eléctricos y magnéticos producen sobre partículas cargadas).

Urge: un esfuerzo de las clases dirigentes españolas por escuchar a los científicos de mayor prestigio, no los que gozan de título académico-administrativo, sino a

aquellos de prestigio ganado en sus comunidades internacionales respectivas; deberían éstos separar lo que es conocimiento científicamente incontestable de lo que es materia de opinión o de investigación y filtrar y ayudar a corregir las decisiones que emanadas de los poderes públicos pudieran causar rubor y asombro en los círculos de especialistas internacionales.

En definitiva, estas consideraciones precedentes son las que han motivado la actuación del Consejo de la Unión Europea. Los especialistas han reaccionado ante la problemática planteada con el rigor requerido: 1) han reconocido el derecho de la población a la información rigurosa e inteligible y a la salvaguarda de su salud, 2) han separado lo científicamente comprobado de lo científicamente incierto y 3) han recomendado a la sociedad, legisladora indiscutible, representada por la clase política dirigente, la adopción de medidas razonables cautelares con amplios márgenes de seguridad orientadas a evitar efectos sobre los aspectos desconocidos.

6. LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

ASOCIADOS A LAS LÍNEAS

DE ALTA TENSIÓN (LAT) COMPARADOS

CON LOS CAMPOS NATURALES

Actualmente existen en España treinta mil kilómetros de LAT repartidos entre 14.000 km de 400 kV (kV o kilovoltio corresponde a mil voltios, el voltio mide el voltaje o tensión) y 16.000 km de 220 kV. A escala mundial la LAT de tensión más elevada es de 765 kV. Las de corriente trifásica constan al menos de tres cables colocados a una determinada altura del suelo (líneas aéreas) o bajo el mismo (líneas subterráneas). Los cables conductores se agrupan según diversas configuraciones en delta, en horizontal, etc. Las diferentes configuraciones provocan diferentes campos electromagnéticos. **El campo eléctrico que produce una LAT depende del voltaje** y de la carga que a su vez, para un voltaje dado, depende de la capacitancia de la línea estando condicionada por su configuración geométrica. El campo eléctrico fluctúa poco en cada línea, en torno a un 10%, siguiendo las fluctuaciones de tensión. Los valores típicos del campo electromagnético, bajo una LAT de 400 kV al nivel del suelo, son de 5-10 kV/m para el campo eléctrico. **El campo magnético depende de la intensidad y no directamente del voltaje**, por lo que fluctúa con el consumo y varía generalmente al nivel del suelo bajo la línea entre 1 y 20 microteslas. Ambos campos, eléctrico y magnético, disminuyen a medida que aumenta la distancia a la línea.

El campo eléctrico estático presente en la superficie de la Tierra, debido a una acumulación de carga negativa en el suelo de una milésima de culombio por kilómetro cuadrado, es del orden de 150 V/m y alcanza durante las tor-

mentas el valor de 10 kV/m. Las partículas cargadas de la atmósfera disminuyen progresivamente la carga negativa superficial que recupera su valor durante las tormentas actuando como baterías de mantenimiento del campo. El campo magnético estático terrestre se cree debido a corrientes eléctricas de convención generadas en el núcleo metálico del Planeta y es máximo en los polos, aproximadamente próximos a los geográficos, con valor 70 microteslas y mínimo en el ecuador, 30 microteslas. En algunos lugares próximos a suelos ferromagnéticos llega a alcanzar valores de 300 microteslas y en España su intensidad media es 45 microteslas. A estos campos naturales estáticos debemos sumar todos los campos de amplio espectro de frecuencias correspondientes a los pulsos de campos electromagnéticos asociados a las descargas eléctricas que continuamente se producen en la troposfera.

Se puede concluir que el campo eléctrico máximo de 50 Hz en las proximidades de una LAT puede ser 50 veces superior al campo terrestre estático habitual y del mismo orden que el generado en las tormentas, mientras que el campo magnético de 50 Hz próximo a la LAT es siempre inferior al campo magnético terrestre.

Los campos magnéticos asociados al suministro de energía se manifiestan no sólo en las proximidades de las LAT sino en todos los electrodomésticos de las viviendas, ordenadores y en los motores, generadores y transformadores de las industrias que utilizan la energía de la red en su proceso productivo. Cerca de los electrodomésticos la intensidad de campo magnético de 50 Hz puede alcanzar valores de miles de microteslas que decrecen rápidamente con la distancia.

La mayoría de los trenes y tranvías funcionan con energía eléctrica, continua o alterna. Los campos magnéticos producidos por trenes del ferrocarril suburbano pueden alcanzar fluctuaciones de 30 microteslas en los momentos de máxima aceleración o absorción de potencia. Estos campos fluctuantes, del orden del campo terrestre y cada vez más abundantes constituyen una perturbación indeseable para el funcionamiento de equipos electrónicos de alta sensibilidad como los microscopios electrónicos de barrido y transmisión.

7. DAÑOS CONOCIDOS O COMPROBADOS

DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

SOBRE LA SALUD. LAS NORMAS

CAUTELARES ESTABLECIDAS

POR LA UNIÓN EUROPEA

El protocolo de Recomendaciones en su doble aspecto de Restricciones Básicas y Niveles de Referencia, **están basados en los datos conocidos o comprobados relativos**

a los efectos de la corriente eléctrica en el organismo. Su base es limitar el nivel de corriente que se puede inducir en el interior de un organismo por el hecho de estar expuesto a un campo electromagnético. Se sabe que las corrientes naturales dentro de un organismo oscilan entre 1 y 10 mA/m². El umbral para producir claramente efectos nocivos es 100 mA/m², pero en el rango de 10 a 100 pueden producirse alteraciones biológicas no necesariamente nocivas. La Comisión ha establecido, por tanto, un primer margen de seguridad de 10, al decir que no deben superarse 10 mA/m²; más aún, aumenta este margen de seguridad hasta 50 al establecer que no deben superarse 2 mA/m². Lo que pretende la Recomendación es proporcionar a todos los ciudadanos de la Comunidad Europea un alto nivel de protección de su salud frente a la exposición a los campos electromagnéticos medioambientales de modo que se evite la inducción de corrientes con intensidad de riesgo

Las corrientes eléctricas en un medio natural dependen de la conductividad del medio y del campo eléctrico que actúa sobre él. Comenzaremos por estimar los valores del campo eléctrico producido en la membrana de las células por los campos electromagnéticos de 50 Hz de la intensidad máxima producidos por LAT.

El cuerpo humano es conductor eléctrico para campos estáticos y de baja frecuencia cómo son los campos de 50 Hz. Cuando se introduce un conductor en un campo eléctrico las líneas del campo se distorsionan de tal modo que el campo en la superficie del conductor es perpendicular a ella y su valor se reduce varios ordenes de magnitud en el interior del conductor. El campo eléctrico es a su vez perpendicular a las superficies de potencial constante, por tanto estas superficies que eran paralelas a la superficie de la Tierra en ausencia de conductores se deforman en torno a los cuerpos conductores tomando su forma. En un campo eléctrico de 10 kV/m se produce por el cuerpo humano una reducción tal que en su interior la intensidad pasa a ser de 400 μ V/m (donde μ V significa microvoltio o millonésima parte de voltio. La disminución es de 10⁴V a 10⁻⁴V o de ocho ordenes de magnitud). Debido a que la membrana de las células tienen una mayor resistividad, su valor en esta zona fundamental para los procesos biológicos queda reducida a 1 V/m.

Un campo magnético de 50 Hz y de 100 microteslas de intensidad, produce por inducción electromagnética un campo eléctrico equivalente en promedio a 5mV/m (mV es milivoltio o milésima de voltio), tomando en la superficie celular o membrana un valor de 14 V/m.

Los dos valores de campo eléctrico producidos en la membrana celular por los campos eléctricos y magnéticos máximos asociado a una LAT son 1 y 14 V/m res-

pectivamente, sin embargo el campo fluctuante que debido al ruido térmico aparece en las membranas celulares es muy superior, del orden de 300 V/m.

Las corrientes eléctricas pueden producir a su paso por el cuerpo daños en el sistema cardiovascular y en el sistema nervioso central. Según la Recomendación su límite de seguridad, para largas duraciones, es de 8 miliamperios (mA) por metro cuadrado (m²) para frecuencias inferiores a 1 Hz y de 2 mA/m² para frecuencias comprendidas entre 4 y 1.000 Hz. En el rango de frecuencias de interés la corriente máxima es de 0,5 mA. La corriente de corta duración umbral que detecta un organismo medio como sensación de calambre es de 25 a 40 mA. A 50 mA hay daños graves en el tejido en contacto con el conductor que origina la corriente. Para alcanzar la seguridad de que la intensidad de corriente de larga duración se mantiene inferior a este valor de 0,5 mA, la intensidad de campo magnético en el rango comprendido entre 0,025 kilohertzios y 0,8 kilohertzios debe mantenerse inferior a 5/f microteslas donde, como explica el cuadro 2 de la Recomendación, f es la frecuencia del campo en kilohertzios. Al ser 50 herzios = 0,05 kilohertzios, 5/f resulta ser 5/0,05 igual a 100 microteslas.

Otro efecto comprobado de los campos electromagnéticos es el calentamiento que producen las microondas de frecuencia coincidente con la de oscilación interna de la molécula de agua en cuerpos que contengan agua. Este efecto de resonancia que permite absorber la energía de la radiación y transformarla en energía elástica de las moléculas es la base del calentamiento en hornos de microondas. Aunque su frecuencia se encuentra ocho ordenes de magnitud por encima de la frecuencia de la red de suministro industrial constituye un efecto de interés en el caso de la telefonía móvil donde la proliferación de uso podría llegar a plantear este tipo de problemas. En concreto se sabe que un aumento de la temperatura de 1 grado forzado por radiación electromagnética produce daño en los tejidos. Para este incremento de temperatura es preciso que el organismo reciba una dosis de 4 W/kg ó 4 watios por kilogramo. Cuando la energía de la radiación de microondas que alcanza al cuerpo es inferior a 0,4 W/kg no se producen efectos de daño térmico de ningún tipo con un amplio margen de seguridad. Este valor de la densidad de energía por unidad de masa constituye el límite recomendado.

En resumen, hoy día está comprobado i) que corrientes eléctricas, en el rango de frecuencias comprendido entre 5 Hz y 1 kHz, cuando son superiores en densidad a 10 mA/m², pueden afectar a las funciones normales del cuerpo humano (no sólo al sistema nervioso central, puesto que pueden producir extrasístoles) ii) el aumento de temperatura por encima de 1 grado puede producir efectos biológicos adversos. El efecto de daño

térmico sólo puede ser generado por frecuencias del orden de gigaherzios o microondas y la restricción se define respecto a la potencia absorbida por unidad de masa que debe permanecer por debajo de 0,4 W/kg².

En resumen, la medida de la respuesta biológica en laboratorio y en voluntarios ha mostrado la inexistencia de efectos adversos producidos por campos de baja frecuencia a los niveles de intensidad a los que normalmente se encuentra expuesto el público. Los efectos más consistentes, apreciados por los voluntarios, son la aparición de imágenes fosforescentes y la reducción temporal del ritmo cardíaco, sin que ambos síntomas parezcan guardar relación con trastornos de salud de largo alcance.

8. DAÑOS O EFECTOS A LARGO PLAZO

NO COMPROBADOS

El origen de la alarma social creada en torno a la posible acción nociva de los campos electromagnéticos no proviene de los efectos científicamente comprobados y sobre los que reposa el fundamento de la Recomendación del Consejo de la Unión Europea. Antes al contrario se fundamenta históricamente en una serie de experimentos que por su intrincada naturaleza no han podido nunca verse confirmados hasta la actualidad. Desde final de los setenta se han realizado y publicado numerosos estudios sobre una gran variedad de efectos de los campos electromagnéticos sobre la salud que aportan resultados diversos. En cuanto al tema que más preocupa, que es el del cáncer, se puede decir que no existe ninguna evidencia de que los campos de 50 Hz puedan actuar como iniciadores del proceso canceroso. En cuanto a su capacidad promotora, los estudios sobre modelos animales también parecen descartarla; algunos mecanismos supuestamente promotores, como la interacción con la melatonina, están siendo investigados en la actualidad aunque en el caso del hombre no parecen ser demasiado relevantes.

La controversia en este momento se centra, por tanto, única y exclusivamente en los resultados de un pequeño número de estudios epidemiológicos. Para analizar estos resultados conviene tener presente un índice denominado riesgo relativo de enfermedad que se define como el cociente obtenido de dividir el riesgo de contraer la enfermedad una persona expuesta y el riesgo de una persona no expuesta. Que el riesgo relativo sea superior a uno indica que es posible la existencia de una relación entre la enfermedad y la exposición. Por ejemplo, si la enfermedad es el cáncer de pulmón y la exposición es fumar el riesgo relativo es de treinta indicando así la existencia de una evidente relación entre la exposición, fumar, y la enfermedad. Se puede considerar que un riesgo relativo superior a 5 indica una fuerte correlación entre la exposición y la enfermedad.

Los estudios que encuentran un riesgo relativo de leucemia aumentado en niños que viven cerca de líneas de alta tensión, encuentran un riesgo relativo ligeramente aumentado de contraer leucemia. Alguno de los primeros estudios encontraron una relación con el tamaño de las líneas y su distancia a las casas, pero cuando realmente se medía el CEM al que estaban expuestos, ésta relación desaparecía. Esto incluye el famoso estudio del Instituto Karolinska de Suecia. En otros países nórdicos no se encontró relación alguna entre cáncer e instalaciones eléctricas.

En los tres últimos años se han publicado importantes nuevos estudios, financiados y dirigidos por Institutos del Cáncer de países como EE.UU., Canadá e Inglaterra. En ellos, se analizan cientos de casos de leucemias y otros cánceres y se miden las exposiciones de los niños a CEM, con aparatos instalados en sus casas o sus mochilas. Los resultados, son tranquilizadores y se pueden resumir con la conclusión del último y más amplio (más de 2000 casos de cáncer) estudio publicado por el UKCCS (Grupo de Estudio sobre Cáncer Infantil en Gran Bretaña) en diciembre 1999: "el estudio no proporciona evidencia de que la exposición a campos magnéticos asociados con la distribución de electricidad en Gran Bretaña aumente el riesgo de leucemia infantil, cáncer del sistema nervioso central, o cualquier otro tipo de cáncer de la infancia".

CONCLUSIONES

La normativa dictada en el documento del Consejo "Recomendación de 12 de julio de 1999 relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz)" al estar elaborada a partir de los datos más fiables e *interpretada posteriormente* por los científicos especialistas de mayor crédito, constituye una pieza única para regular las dosis de campos electromagnéticos y evitar posibles riesgos a los ciudadanos. En el documento se diferencian efectos comprobados y efectos no comprobados sobre la salud, y se delimitan con un margen extremo de seguridad los valores límites recomendados. En lo concerniente a los campos de 50 Hz se señalan como límite de campo magnético **100 microteslas** y como límite de campo eléctrico 5.000 V/m. Cualquier campo de esta intensidad, es, dentro del marco de las observaciones actuales, inocuo para la salud.

Quizás el aspecto más didáctico del Documento sea el énfasis con que se subraya la importancia de la dosis de riesgo para cada frecuencia del campo electromagnético en función de los daños comprobados generados por cada intervalo de frecuencias. La medida precisa y rigurosa de los campos electromagnéticos y el incremento de la cultura media ciudadana acerca de los umbrales de riesgo es el mejor remedio contra los efectos nocivos de los campos. ■

Biofumigación del suelo, residuos orgánicos y conservación de la capa de ozono

AUTORES: A. BELLO, J.A. LÓPEZ-PÉREZ, A. GARCÍA-ÁLVAREZ
 Dpto Agroecología, CCMA, CSIC. Madrid.
 Calle Serrano 115 dpdo, Madrid 28006
 antonio.bello@ccma.csic.es

El bromuro de metilo (BM) se ha venido utilizando en la fumigación de suelos agrícolas, para la eliminación de organismos patógenos y malas hierbas. En la IV reunión del Protocolo de Montreal en Copenhague (noviembre, 1992), se planteó la retirada del BM por su efecto destructor de la capa de ozono estratosférico, creándose un comité de expertos, el MBTOC (Methyl Bromide Technical Option Committee) con el fin de encontrar alternativas a su uso. Para la evaluación económica de las alternativas se creó otro comité, el TEAP (Technology and Economic Assessment Panel). Una de las conclusiones del TEAP es la de que se adopte, cuanto antes, las alternativas al BM en los lugares donde éstas existan, puesto que los productores irán mejorando cada año las técnicas de aplicación, reduciendo cada vez más las diferencias económicas entre dichas alternativas y la aplicación de BM (MBTOC 1998). En España, como miembro de la UE, la fecha de supresión es el año 2005, con una retirada gradual del 25% que se debería haber realizado en 1998, del 60% en el 2001 y el 75% en el 2003.

En España se ha calculado en 1995 un consumo de BM en fumigación de 4.191 t. El BM se aplica principalmente en cultivos de fresón (33%), pimiento (29%), hortalizas en general (12%), ornamentales (9%), cucurbitáceas (9%) y otros (8%), siendo las regiones con mayor consumo de BM Andalucía, Murcia, Valencia y Castilla y León (Fig. 1). Debemos destacar que no se utiliza BM en la mayoría de las regiones autónomas y en cultivos como el tomate, que es el de mayor demanda

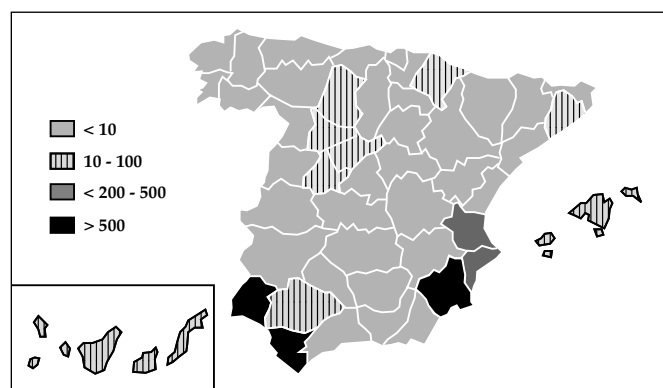


Figura 1. Distribución en 1995 del consumo de BM en España.

en el mundo. Tampoco se utiliza BM en frutales, viñedos y plataneras, y existen alternativas eficaces en el cultivo de tabaco en Extremadura. Todos estos cultivos pueden servir como referencia, a escala mundial, en la búsqueda de alternativas al BM.

La aportación de la ciencia española en la búsqueda de alternativas al BM ha sido modélica. Desde el primer momento, el Ministerio de Agricultura en colaboración con el Ministerio de Medio Ambiente y, últimamente con el Ministerio de Ciencia y Tecnología, han coordinado un proyecto de investigación sobre alternativas al BM en nuestro país, cuyos resultados están sirviendo de referencia no sólo en la UE, sino en todo el mundo, para resolver este grave problema provocado por la agricultura (Bolívar 1999).

La primera consideración sobre la eliminación del BM fue muy pesimista y, sobre todo, su viabilidad de cara al futuro, puesto que tanto la agricultura y la capa de ozono, son fundamentales para la supervivencia en el planeta. Un análisis posterior nos llevó a la conclusión de que el uso de BM en agricultura, así como los problemas fitopatológicos, son la excepción y no la norma, ya que la inmensa mayoría de cultivos no usan BM y, curiosamente, sólo se utiliza en cultivos que se han definido como paradigma de una agricultura moderna, localizada principalmente en California, Florida, España, Japón, Israel e Italia (Bello et al. 2000a).

LA BIOFUMIGACIÓN COMO ALTERNATIVA AL BROMURO DE METILO

Es necesario el uso de criterios ecológicos en agricultura, que permitan conocer cuáles son los elementos y procesos claves en el funcionamiento de los agrosistemas. En relación con el BM, hemos elegido la función de la materia orgánica a partir de los procesos de degradación que originan gases capaces de controlar los patógenos de los vegetales. Este proceso ha sido definido como biofumigación y ha sido incluido como una alternativa no química al BM por el "Methyl Bromide Technical Committee". Actualmente se incluyen todos los tipos de materia orgánica y residuos agroindustriales, aunque anteriormente se aplicaba sólo a la presencia de isotiocianatos durante los procesos de descomposición de coles y otras brasicas, que tiene un contrastado efecto fungicida e insecticida (Bello 1998).

Se ha definido la biofumigación como “la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodescomposición de la materia orgánica en el control de los patógenos de las plantas” (Bello et al. 2000). La técnica incrementa su eficacia en el tiempo, cuando forma parte de un sistema de producción integrada. Se ha comprobado que, por lo general, cualquier tipo de materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia de la dosis y del método de aplicación (Bello et al. 2000).

La función de la materia orgánica en la regulación de los patógenos de los vegetales, es una alternativa basada en el mismo principio que los fumigantes convencionales, con la única diferencia de que los gases obtenidos resultan de la biodescomposición de la materia orgánica y no se conocen efectos negativos sobre el ambiente y la salud (Bello 1998).

La biofumigación, además, estimula la actividad microbiana del suelo, por lo que tiene un efecto biomejorante. Cuando se añade la materia orgánica, se produce una secuencia de cambios microbiológicos, con una proliferación de microorganismos inicial que depende de los recursos añadidos. Los descomponedores son una fuente de nutrición que, al mismo tiempo, favorece la proliferación de hongos nematófagos y nematodos de vida libre, lo que incrementa a la vez el número de nematodos depredadores, omnívoros y entomopatógenos, así como las poblaciones de microartrópodos, protozoos, algas y otros organismos del suelo. El incremento de la actividad microbiana produce también un aumento de los niveles de exoenzimas en el suelo.

La biofumigación no tiene efectos negativos en la salud de los consumidores ni en el medioambiente. No tiene limitaciones de uso dentro de los reglamentos de producción integrada o de agricultura ecológica. La producción agrícola obtenida con la aplicación de las técnicas de biofumigación puede tener precios altamente competitivos, debido al aprovechamiento de residuos agroindustriales de bajo costo. El problema más importante es la alta variabilidad de las enmiendas orgánicas. Algunas pueden acumular compuestos peligrosos e incrementar los niveles de algunos patógenos. Por ello es necesario diseñar protocolos para una caracterización fitosanitaria y agronómica de los materiales a emplear, así como desarrollar técnicas correctas de aplicación en campo.

La biofumigación, como alternativa no química en el control de los organismos patógenos de los vegetales, ha sido aceptada sin dificultad por aquellos productores y técnicos que tienen una gran experiencia en la gestión de los sistemas agrarios y en el manejo de la materia orgánica. Para estos agricultores, el establecimiento de las bases teóricas de la biofumigación, vino a confirmar sus

conocimientos empíricos sobre la implicación de la materia orgánica en el incremento de la rentabilidad de los cultivos y, sobre todo, descubrir su función en la regulación de las enfermedades de las plantas que tiene su origen en el suelo. Por todo ello, después de que se empezó a aplicar esta técnica en campo en 1996, no es extraño encontrar agricultores que ya hablen de la biofumigación como una práctica más en el manejo de sus cultivos, especialmente en la zona de la Albufera de Valencia, Villena en Alicante, El Campo de Cartagena en Murcia, La Roda en Albacete y el Sur de Tenerife. También se ha considerado como una alternativa no química al BM en países como China, Jordania, Marruecos, México, Guatemala y Uruguay, principalmente por los proyectos demostrativos de alternativas al BM de UNIDO, dentro del Protocolo de Montreal (Bello et al. 2000a; Bello et al. 2001).

La biofumigación ha sorprendido al mundo investigador y académico, que en los últimos años ha centrado su esfuerzo en el campo de la agrobiotecnología, potenciando la aplicación de las técnicas de biología molecular en la agricultura. Por ello, resulta difícil aceptar en este ámbito que viejos métodos basados en la aplicación de la materia orgánica, aunque tenga nuevos planteamientos, constituyan una alternativa actual y de futuro en agricultura. Las líneas de investigación existentes sobre el control de los patógenos de origen edáfico, centran todavía sus enfoques teóricos en confundir biofumigación con solarización, inundación o anaerobiosis, proponiendo técnicas complejas, que son difíciles de asumir por los agricultores. Por tanto es necesario establecer las diferencias entre biofumigación y las otras técnicas relacionadas con control de los patógenos del suelo como la solarización, inundación y anaerobiosis, resaltando para ello que la biofumigación es “la acción de los gases producidos de la biodescomposición de la materia orgánica”. Éste es un concepto clave para su aplicación correcta y obtener así una mayor eficacia en el control de los patógenos.

BIOFUMIGACIÓN Y SOLARIZACIÓN

Katan (1981) sugiere que la adición de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización. Otros autores indican que la solarización reduce *Verticillium dahliae* a profundidades de 70-120 cm, considerando que se debe a los gases liberados durante el proceso de solarización, puesto que a esa profundidad la temperatura no tiene efecto letal, observan que la eficacia de la solarización es mayor cuando se incorporan abonos verdes. Otros trabajos señalan que la solarización es eficaz en el control de *Fusarium oxysporum*, cuando se añaden residuos de col, debido a los gases fitotóxicos que se producen en su descomposición y que la reducción de nematodos a profundidades entre 46-91 cm se debe a otros factores diferentes de la temperatura.

Garibaldi y Gullino (1991) revisan el empleo de la solarización en los países del sur de Europa, indicando que crea un vacío microbiológico y no hay eficacia en aquellos horizontes donde no llega la radiación solar (30-40 cm), puesto que la solarización se basa en el calentamiento del suelo de 36 a 50 °C, algo que sólo ocurre en los primeros 30 cm. Existen muchas preguntas sobre la solarización que no tienen respuesta, tales como si el control de los organismos fitoparásitos es posible a profundidades comprendidas entre 60-120 cm en suelos solarizados, cuando la temperatura necesaria no se alcanza a esa profundidad, y la posible función de las sustancias volátiles en la reducción de los patógenos. Bello et al. (2000a) señalan las diferencias entre solarización y biofumigación en el control de nematodos en cultivos extensivos de zanahoria, no siendo necesario la aplicación de plástico y las altas temperaturas, aunque ambas técnicas pueden ser complementarias.

La solarización es un método que, por si solo, no es eficaz en el control de los patógenos de los vegetales, especialmente cuando se trata de controlar organismos móviles, como nematodos que por acción del calor se desplazan a zonas más profundas. En los casos donde la solarización ha sido eficaz, se trata por lo general de suelos con alto contenido de materia orgánica (solarización más biofumigación), o de suelos poco profundos. La solarización es eficaz cuando se combina con biofumigación, durante dos meses, a una temperatura ambiental superior a 40 °C, aunque se recomienda de 30 a 45 días durante los meses de julio y agosto, que es cuando la temperatura del suelo alcanza temperaturas superiores a 50 °C. Se ha observado que se produce una pérdida en la biodiversidad del suelo.

BIOFUMIGACIÓN, INUNDACIÓN

Y ANAEROBIOSIS

Allen et al. (1997) señalan que las fuertes lluvias producidas durante el verano en Florida producen inundaciones y dan lugar a fenómenos de anaerobiosis que pueden actuar en el control de nematodos, después de doce semanas de producirse la inundación, por lo que podría utilizarse como una alternativa al BM. Además, demuestran que los nematodos no sobreviven después de dos semanas en condiciones de anaerobiosis, aunque realizan un experimento sometiendo a los nematodos al efecto de agua en anaerobiosis y éstos fueron capaces de sobrevivir.

El control de nematodos por inundación de suelos orgánicos ha sido revisado por Good (1987) y parece que su eficacia está relacionada con la disminución de la aireación del suelo. Hollis y Rodríguez-Kábana (1966) han demostrado el efecto letal para los nematodos, de productos como los ácidos butírico, propiónico y sulf-

hídrico producidos por las inundaciones de suelos con alto contenido de materia orgánica. Otros autores demuestran que los nematodos, en condiciones anaerobias, pueden adquirir el estado de quiescencia y no morir. Se considera que el principal beneficio de la materia orgánica fue mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. La siembra de arroz durante el período de inundación y la materia orgánica no fueron buenas alternativas para el control de nematodos.

Blok et al. (1998, 2000) estudian en laboratorio el efecto sobre el control de *Fusarium oxysporum* f. sp. asparagi de cinco materiales vegetales diferentes: *Lolium perenne*, *Brassica oleracea*, restos de cultivos, frutales y residuos de jardín compostados, paja de trigo (*Triticum aestivum*) y alfalfa (*Medicago sativa*), aplicando 70 g de peso seco a 100 ml (equivalente a una aplicación en campo de ¡1.200 t ha-1!) de un suelo franco arenoso con pH 7,5 que se introdujo en botellas de vidrio incubándolo a 11 y 24 °C. Estos autores encontraron que el consumo de oxígeno fue mayor a 24 °C y que después de 7 semanas no se detecta el hongo en los tratamientos con alfalfa y brásica. Posteriormente se repitió el experimento en campo utilizando solo *Brassica oleracea* y *Lolium perenne*, en parcelas experimentales cubiertas con plástico y sin plástico, encontrando una eficacia alta en el control de hongos en los suelos cubiertos con plástico, no encontrando un efecto elevado en el control del nematodo de la papa *Globodera pallida*, aunque se observó la reducción de poblaciones de *Pratylenchus penetrans* y *Meloidogyne fallax*. Los autores atribuyen la acción de control a la situación de anaerobiosis creada por el incremento del metabolismo del suelo, debido a la fermentación de la materia orgánica incorporada. Concluyen que el efecto de control no se debe a las sustancias tóxicas volátiles desprendidas durante la descomposición y, por ello, no es necesario que se produzcan glucosinolatos para el control de los organismos del suelo. Señalan que el control no está relacionado con la temperatura, por lo que se diferencia claramente de la solarización, y puede aplicarse en lugares donde no es posible la solarización y la inundación. Por ello consideran que es un nuevo método de control y lo denominan "biological soil desinfestation".

CONCLUSIONES

Las posibilidades para el desarrollo de las técnicas de biofumigación son tan diversas como los tipos de residuos orgánicos disponibles para la preparación de enmiendas. La eficacia de la biofumigación depende de la composición de la materia orgánica y de los microorganismos implicados en su descomposición. Es necesaria la adición de grandes cantidades de materia orgánica al suelo (> 50 t ha-1), aunque esta cantidad se puede reducir a través de las técnicas de cultivo. Su uso está limitado por la disponi-

bilidad de dicha materia orgánica, que se puede complementar mediante la incorporación de abonos verdes o restos de cultivos; otro de los factores limitantes puede ser el coste del transporte. La incorporación de materia orgánica al suelo debe realizarse en combinación con una cubierta de plástico u otro método apropiado, con el propósito de retener los gases generados durante el proceso. La biofumigación es similar en efectividad a la que tienen los productos fitosanitarios convencionales.

La biofumigación es una técnica de fácil aplicación por agricultores y técnicos, pues sólo se diferencia de las enmiendas de materia orgánica en la elección del biofumigante, que debe estar en vías de descomposición y en el método de aplicación, que debe tener en cuenta la necesidad de retener al menos durante dos semanas los gases biofumigantes producidos en la biodescomposición de la materia orgánica. En la mayoría de los casos, el efecto de dichos gases no es biocida sino biostático, por lo que es necesario prolongar su acción en el tiempo sobre los patógenos. Se ha demostrado que cualquier residuo agroindustrial, o sus combinaciones, que presente una relación C/N comprendida entre 8-20 puede tener efecto biofumigante, pudiéndose identificar con facilidad por el agricultor, ya que generalmente produce un olor característico de amoníaco. No obstante, conviene recordar que no sólo los derivados del nitrógeno tienen efecto biofumigante, por lo que sería recomendable caracterizar previamente de modo experimental los residuos agroindustriales que vayan a utilizarse como biofumigante, antes de su aplicación comercial.

Los gastos relacionados con la materia orgánica pueden ser reducidos notablemente usando residuos urbanos y agrícolas y por lo general recursos locales que estén próximos al lugar de aplicación, para evitar gastos de transporte. Además, el plástico no es necesario en la mayoría de los casos y, cuando se tiene experiencia, los gastos de utilización de bráscica después de la biofumigación como bioindicador de la fitotoxicidad pueden ser eliminados. Teniendo en cuenta todo esto, los costes de biofumigación pueden reducirse al mínimo en la mayoría de los casos. Por último, hay que tener en cuenta que tradicionalmente la adición de materia orgánica es necesaria para la mayoría de los cultivos, y que la única diferencia con la biofumigación está en la selección de la materia orgánica y en el método de aplicación.

Por otro lado, esta técnica permite resolver los problemas de impacto ambiental que generan los residuos, al tiempo que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, al tiempo que estimula la resistencia de las plantas a los organismos patógenos. Además, incrementa la rentabilidad de los cultivos al disminuir los gastos de inversión en agroquímicos, dando lugar a sistemas de cultivo cuya gestión se basa en la uti-

lización de recursos locales. Con ello la agricultura se convierte en una herramienta para resolver problemas de impacto ambiental producidos por los residuos que genera la industria agroalimentaria.

Para más información sobre el bromuro de metilo y la biofumigación, consultar la página Web: www.ae-cientificos.es ■

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, L.H.; D.R. Sotomayor; D.W. Dickson; Z.Chen. 1997. Soil flooding during the off-season as an alternative to methyl bromide. International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, Nov. 3-5, 1997, San Diego, California, 94, 1-2.
- Bello, A. 1998. Biofumigation and integrated pest management. In: A. Bello; J. A. González; M. Arias; R. Rodríguez-Kábana (Eds). Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. Phytoma-España, DG XI EU, CSIC, Valencia, Spain, 99-126.
- Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche. 2000. Biofumigación y solarización como alternativa al bromuro de metilo. In: J.Z. Castellanos, F. Guerra (Eds). Memoria del Simposio Internacional de la Fresa, Zamora 2000, INCAPA, México, 24-50.
- Bello, A.; J.A. López-Pérez; L. Díaz-Viruliche; J. Tello. 2001. Alternatives to methyl bromide for soil fumigation in Spain. In: R. Labrada (Ed.) Report on Validated Methyl Bromide Alternatives. FAO, Rome, 13 pp (en prensa).
- Blok, W.J.; J.G. Lamers; A. J. Termorshuizen; G.T. Bollen. 2000. Control of soil-borne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by tarping. *Phytopathology* 90, 253-259.
- Blok, W.J.; C.P. Slomp; A.J. Termorshuizen; J.A. Lamers. 1998. Control of soil-borne pathogens by inducing soil anaerobiosis. *Phytoparasitica* 26, 244.
- Bolívar, J.M. 1999. Current status of methyl bromide alternatives in Spain. 3rd International Workshop Alternatives to Methyl Bromide for the Southern European Countries. 7-10 December, Creta (Greece), 139-140.
- Garibaldi, A.; M. L. Gullino. 1991. Soil solarization in Southern European countries, with emphasis on soilborne diseases control of protected crops. In: J. Katan; J. E. de Vay (Eds). Solarization. CRC Press Boca Raton Ann Arbor Boston, London, UK, 227-235.
- Good, J.M. 1987. The effect of flooding on nematode population. In: G.H. Snyder (Ed.) Agricultural Flooding of Organic Soils. Agricultural Experiment Station Technical Bulletin 870, University of Florida, Gainesville. 35-39.
- Hollis, J.P.; R. Rodríguez-Kábana. 1966. Rapid kill of nematodes in flooded soil. *Phytopathology* 56, 1015-1019.
- Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pests. *Annu.Rev.Phytopathol.* 17, 211.
- MBTOC. 1998. Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee. 1998 Assessment of Alternatives to Methyl Bromide, UNEP, Nairobi, Kenia, 354 pp.

A propósito del reciente brote de fiebre aftosa en el área de la Unión Europea

AUTOR: JESÚS GONZÁLEZ GARCÍA

*Médico especialista en Anatomía Patológica**

INTRODUCCIÓN

La fiebre aftosa o glosopeda está de actualidad por el reciente brote detectado en cerdos, en un matadero de Essex (Inglaterra), el 19-20 de febrero. El brote se extendió rápidamente saltando al continente. Desde un primer momento se pusieron en marcha estrictas medidas de control, tanto en el Reino Unido como en los demás países de la Comunidad Europea. Los datos más recientes permiten ser optimistas respecto al control de la enfermedad. Dada la buena evolución sanitaria, han comenzado a flexibilizarse las restricciones al movimiento de los animales sensibles a la fiebre aftosa (2001/349/CE y 2001/378/CE).

La fiebre aftosa es una enfermedad viral, muy contagiosa, de curso rápido que afecta a los animales de pezuña partida o hendida, tanto domésticos como salvajes, incluyendo bovinos, ovinos, porcinos, rumiantes salvajes etc. Los camélidos (cabello, llama etc.), tienen una baja susceptibilidad.

La fiebre aftosa es endémica en partes de Asia, África, el Oriente Medio y América del Sur apareciendo focos esporádicos en zonas libres de la enfermedad. Es una infección animal, el hombre es un huésped accidental que rara vez se infecta y enferma. Sin embargo, tiene un papel importante en la transmisión indirecta del virus, a través de los vestidos, calzados y manos, ya que el virus puede sobrevivir varios días en el medio externo. Aunque el hombre es muy poco susceptible se han referido aproximadamente 40 casos^{1,2} con un curso leve, en general en personas en estrecho contacto con animales o con el virus en laboratorios. Dada la escasa susceptibilidad se supone que para que se produzca la infección debe haber una exposición masiva al virus y la existencia de factores predisponentes. La Organización Mundial de la Salud no la considera una zoonosis.

No debe confundirse con la enfermedad boca-mano-pie que se da en el hombre, ya que no están relacionadas, está causada por otros virus, principalmente cosakie A.

La Oficina Internacional de Epizootias (OIE) incluye la fiebre aftosa dentro de la lista A de enfermedades transmisibles entre animales, esta lista corresponde a aquellas enfermedades con gran capacidad para extenderse a través de las fronteras nacionales y de una especial gravedad, con

gran repercusión desde el punto de vista socioeconómico o zoonosario.³

Clínicamente se caracteriza por fiebre y formación de vesículas en la boca, nariz, espacios interdignales y rodetes coronarios de las pezuñas, como localizaciones más frecuentes

Su mecanismo de propagación es muy rápido y las explotaciones ganaderas que padecen la enfermedad, sufren un notable quebranto en su productividad una disminución en la producción lechera, necesidad de un mayor tiempo para que los animales alcancen un peso deseado. También se asocia a un incremento de la mortalidad en la explotación, sobre todo animales jóvenes, disminución de la reproducción, mayor gasto sanitario, asociado al control y erradicación de la enfermedad, además de las pérdidas ocasionadas por la restricción a la exportación. De aquí el interés de las naciones libres de la enfermedad en mantener el citado "estatus" o, en las que existe la enfermedad el esfuerzo económico dedicado a la erradicación de la misma.

ETIOLOGÍA

La fiebre aftosa fue descrita por Hieronymus Francastorius en 1546 y la naturaleza viral de la enfermedad fue mencionada por primera vez, en 1897 por Loeffler. El agente causal es un virus ARN monocatenario, de la familia Picornaviridae (Tabla 1), género Aphthovirus, tiene una cápsula icosaedra formada por 4 proteínas estructurales: VP1, VP2, VP3 y VP4. La proteína estructural VP1 tiene un gran valor antigénico e induce la formación de anticuerpos neutralizantes.

Se conocen 7 serotipos diferentes (A, O, C, SAT1, SAT2, SAT3, Asia1). Estos serotipos son, desde el punto de vista inmunológico muy diferentes y la inmunidad contra uno de ellos no protege frente a los otros. El virus exhibe una gran capacidad mutágena y dentro de cada uno de los siete tipos conocidos se han identificado cepas diferentes que se agrupan en subtipos, en relación con las características inmunológicas existiendo una inmunidad cruzada entre los subtipos encuadrados en un mismo serotipo.

Los tipos O, A y C se han identificado en diversas partes del mundo, entre ellas Europa, los SAT-1, SAT-2 y SAT-3 no se encontraron fuera de África hasta 1962, cuando ocurrió un brote debido al SAT-1 en Medio Oriente. El tipo Asia ha sido identificado, entre otros, países en Pakistán, Israel, Irán, Irak, etc.

(*) Complejo Hospitalario de Ciudad Real.

Tabla 1.

Familia	Género	Especie
Picornavirus	Enterovirus	Poliovirus, Cosakie, Enterovirus
	Rhinovirus	Rhinovirus A humano
	Hepatovirus	Virus Hepatitis A
	Cardiovirus	Virus Encephalomyocarditis
	Aphthovirus	Virus de enfermedad aftosa
	Parechovirus	Parechovirus humano
	Erbovirus	Virus B rinitis equina
	Kobuvirus	Virus Aichi
	Teschovirus	Teschovirus Porcino

El reciente brote de fiebre aftosa, se ha identificado como un virus de serotipo O, también denominado virus Pan-Asia. Este serotipo fue primeramente identificado en el norte de la India hacia 1990 extendiéndose en 1994 a Arabia Saudí. A través del Oriente Próximo en 1996 llega a Europa (Turquía, Bulgaria y Grecia). Fue encontrado en Nepal, Bangladesh (1996), Bután (1998), en 1999 China y Taiwan, en el año 2000 se extiende por todo el sureste asiático. Más recientemente se ha introducido en Corea, Japón, Rusia y Mongolia⁴.

Aunque no se sabe el origen de la epidemia actual, las autoridades británicas consideran que la fiebre aftosa podría haber llegado al Reino Unido a través de la importación ilegal de carne, desde las regiones en que la fiebre aftosa tiene un carácter endémico, como Asia, Suráfrica y América del Sur. Los cerdos de la granja de Northumberland, donde se cree que se originó el foco, podrían haber sido alimentados con restos de comida contaminada.

MECANISMO DE TRANSMISIÓN

El virus aftoso se elimina durante el periodo de incubación mucho antes de la aparición de las lesiones clínicas. Los animales que presentan lesiones bien desarrolladas son menos peligrosos como transmisores.

El virus se elimina por la saliva, orina, moco intestinal y nasal, leche y semen. Además de encontrarse en animales en periodo de incubación o clínicamente enfermos puede hallarse en:

- Carnes y productos derivados en los que no se ha inactivado el virus durante el proceso de preparación.
- Animales portadores, convalecientes y vacunados expuestos. El virus puede aislarse en orofaringe de bovinos hasta 30 meses.

La vía de infección más importante para el mantenimiento del proceso infeccioso es, fundamentalmente, el aire espirado.

La enfermedad se transmite por contacto directo con animales infectados y con objetos contaminados (vehículos, utensilios), a distancia por el aire (puede llegar hasta 60 km en tierra o 300 km en el mar, sobre todo en zonas templadas), el agua de los bebederos y los ríos pueden ser, en caso de que sean utilizados para eliminar animales muertos, una vía de transmisión. El hombre que está en contacto con los animales es un vehículo muy importante en la diseminación de la enfermedad a otros lugares.

La máxima actividad infectante por vía aérea en bovinos se encuentra entre 1 a 4 días luego de la infección, con un máximo de hasta 14 días.

El virus sobrevive en los ganglios linfáticos, médula ósea y vísceras en alimentos congelados y también durante un largo periodo en la carne si el pH no es inferior a 6.2.

La capacidad de supervivencia del virus en los distintos materiales orgánicos es muy variable, dependiendo de la humedad, temperatura y pH. Por ejemplo: en el suelo, dependiendo de la estación (1 a 21 semanas), en el agua a temperatura ambiente (1 a 7 semanas), zapatos (30 a 35 días), ropas de algodón (63-68 días), leche fresca sin tratar (25 horas), carne de vacuno entre 40-0 °C (73 a 198 días), carne de cerdo (4-6 días), moscas (10 semanas), etc.

CLÍNICA

El animal presenta, tras un periodo de incubación de 2 a 14 días, un cuadro de anorexia, fiebre y escalofríos, con reducción de la producción de leche, de 2-3 días de duración. Posteriormente aparecerá, aunque frecuentemente es lo primero que se aprecia, rechimiento de dientes, babeo y cojera causados por la presencia de vesículas en la mucosa de la cavidad oral, nasal, lengua, labios, hocico y/o entre las pezuñas, la banda coronaria, pueden aparecer vesículas también en la glándula mamaria.

Aproximadamente 24 horas después de la aparición de las vesículas, dejan úlceras y erosiones sangrantes y dolorosas. El virus afecta al tubo digestivo que repercute en la alimentación de animal con la consiguiente disminución en la producción de carne. En un plazo de una a dos semanas se produce la recuperación del animal.

Las sobreinfección bacteriana puede complicar el cuadro, la mastitis es una complicación frecuente, se pueden producir abortos, aumento de mortalidad de animales jóvenes consecuencia de una miositis, lesiones cardiacas como miocarditis, deformidad de los cascos y pérdida del control térmico.

Las lesiones en el ganado ovino y caprino suelen ser menos pronunciadas respecto al bovino, las lesiones en las pezuñas pueden pasar desapercibidas y la agalactia es característica. El ganado porcino puede presentar graves lesiones en las pezuñas y es característico la alta mortalidad en animales jóvenes.

El estudio histológico no muestra alteraciones específicas. Las vesículas comienzan en la epidermis con fenómenos de degeneración intracelular del estrato espinoso y necrosis de los queratinocitos infectados; en el miocardio necrosis con degeneración hialina y cariorexis, la pared ventricular puede mostrar estriaciones amarillentas, lo que se conoce como corazón atigrado, y en la glándula mamaria, necrosis focal del epitelio secretor y descamación a la luz.

Aunque la enfermedad en sí no es excesivamente grave para los animales que la contraen, se ha comprobado que cuando se recuperan pueden quedar en un estado de portador sano. Se considera a un animal como portador cuando el virus se aísla 28 días después de la infección y sólo los rumiantes pueden quedar en el citado estado. En una proporción importante de rumiantes, aproximadamente el 50%, a los seis meses de la infección, el virus se acantona en el esófago y la faringe del animal, convirtiéndose en un reservorio que puede contagiar a otros animales. El número de portadores disminuye con el tiempo. El virus se ha aislado en la faringe hasta tres años después de la infección

En otros animales, como el cerdo, el virus es eliminado y no se conoce el estado de portador.

DIAGNÓSTICO

Un diagnóstico definitivo sólo puede lograrse con exámenes de laboratorio. La fiebre aftosa se confunde clínicamente con otras enfermedades como la estomatitis vesicular, enfermedad vesicular del cerdo y exantema vesicular del cerdo. Otros diagnósticos diferenciales que se pueden plantear son: peste bovina, enfermedad de las mucosas, rinotraqueítis infecciosa bovina, lengua azul, mamilitis bovina, estomatitis papulosa bovina, diarrea viral bovina.

El diagnóstico de laboratorio se puede realizar mediante pruebas serológicas, determinando la existencia de anticuerpos en el suero con las pruebas de fijación de complemento, la más sensible ELISA (prueba inmunoenzimática), el test de neutralización viral o aislando el virus, a partir de muestras de tejido o líquido esófago-faríngeo, mediante la inoculación del mismo en células primarias tiroideas de bovinos y células primarias renales de porcinos, terneros y corderos; inoculación de líneas celulares BHK-21 e IB-RS-2; e inoculación de ratones.

La prueba ELISA es más simple de realizar, aunque puede no ser concluyente en algunos casos (usualmente menos del 1%). El test de neutralización viral es más compleja pero los resultados son más definitivos.

Se han desarrollado métodos de biología molecular como la PCR e Hibridación in situ para identificar la presencia virus en diversas muestras. Estas técnicas se realizan en laboratorios especializados^{5,6,7}.

Con la finalidad de diferenciar si los anticuerpos de animales expuestos al virus son debido a una vacunación o a infección, independientemente del serotipo implicado; se han desarrollado test de antígenos asociados a la infección viral (VIAA). Durante la infección se producen anticuerpos contra proteínas estructurales y no estructurales^{8,9}. Mientras que en la vacunación, se producen generalmente solo para proteínas estructurales. Aunque este test no es muy sensible, algunos animales vacunados pueden producir anticuerpos para proteínas no estructurales, es un test económi-

co y útil para un "screenig" de una gran población en campañas de erradicación y comercio internacional.

PREVENCIÓN

Las medidas de control para la fiebre aftosa dependen del status zoosanitario que tiene cada país. Este se refiere al estado de un país o de una zona respecto de una enfermedad, según los criterios enunciados en el Código Zoosanitario Internacional correspondientes a dicha enfermedad³. En este se establecen 6 categorías:

- País libre de fiebre aftosa en que no se aplica vacunación.
- País libre de fiebre aftosa en los que se aplica vacunación.
- Zona libre de fiebre aftosa en que no se aplica vacunación.
- Zona libre de fiebre aftosa en la que se aplica vacunación.
- País infectado de fiebre aftosa.
- Zona infectada de fiebre aftosa.

En el caso de aparición de la fiebre aftosa en un país o zona libre de la enfermedad sin vacunación. La OIE determina que volverán a ser considerados libres de fiebre aftosa al cabo de los siguientes períodos de espera (Art. 2.1.1.6 de Código Zoosanitario Internacional):

- 3 meses después del último caso, si se aplica el sacrificio sanitario y se ejerce una vigilancia serológica.
- 3 meses después del sacrificio del último animal vacunado, si se aplica el sacrificio sanitario, se ejerce vigilancia serológica y se recurre a la vacunación en caso de urgencia.

En caso de aparición de la fiebre aftosa en un país o una zona libres de fiebre aftosa en que se aplica la vacunación, el país o la zona volverían a ser considerados libres de fiebre aftosa al cabo de los siguientes periodos de espera:

- Doce meses después del último caso, si se aplica el sacrificio sanitario, o
- Dos años después del último caso, si no se aplica el sacrificio sanitario.

El diseño de estrategias o planes para su control y prevención de la fiebre aftosa debe adoptarse a escala nacional y supranacional. La prevención comprende diversas medidas, que incluyen:

- Protección de zonas libres mediante control y vigilancia de los desplazamientos de animales en las fronteras.
- Sacrificio de animales infectados, recuperados y de animales susceptibles que entraron en contacto con individuos infectados.
- Desinfección de los locales y de todo el material infectado (utensilios, vehículos, ropa, etc.).
- Destrucción de los cadáveres, las literas y los productos de animales susceptibles en la zona infectada.
- Medidas de cuarentena.
- Vacunación con virus inactivados. La inmunidad que producen es de corta duración por lo que exigen revacunaciones. La frecuencia de las mismas está en relación con la situación epidemiológica y la calidad de la vacuna. Durante el tiempo necesario para desarrollar inmunidad, de 4 a 12 días, los animales que-

dan susceptibles a la infección. Actualmente están en desarrollo vacunas biosintéticas realizadas con péptidos inmunogénicos basados en los sitios de mayor antigenicidad del virus.

DISCUSIÓN

Durante un periodo de 25 años Europa y más concretamente el territorio de la Unión Europea (UE) ha pasado de ser una área endémica para la fiebre aftosa a estar libre de ella, gracias a la adopción de medidas apropiadas para el control de la enfermedad, tanto en el ámbito nacional como supranacional.

Los brotes de fiebre aftosa fueron frecuentes en la primera mitad del siglo XX, un hecho importante en el control de la enfermedad fue la aplicación de nuevas tecnologías en la fabricación de vacunas que permitieron una producción a gran escala, más simple, y de menor coste, que hizo posible hacia la década de los 50 y 60 la puesta en marcha de campañas masivas de vacunación anual. Además algunos países comienzan a controlar la fiebre aftosa a través del control de las importaciones, sacrificio y medidas zoonosanitarias. Todo esto hizo posible la eliminación de los brotes de fiebre aftosa en la UE en 1990.

El primer intento significativo de armonizar el control de la fiebre aftosa dentro del área de la UE fue en el año 1987. La directiva 85/511/ECC definía medidas de aplicación para toda la comunidad, estableciendo por un lado un sistema de control de los brotes, sin vacunación, en Estados libres de fiebre aftosa, y por otro, una vacunación profiláctica masiva, anual, en áreas endémicas. En los Estados con vacunación se permitía una política parcial de sacrificio y establecimiento de un anillo de vacunación alrededor de los brotes¹⁰.

Se definían unas zonas de protección y vigilancia de 3 km y 10 km respectivamente, recomendaban medidas zoonosanitarias y control de movimientos y abogaba por políticas nacionales de creación de bancos de vacunas. Se crearon el Instituto de Coordinación Comunitario (CCI) y el Banco de Vacuna de la Comunidad Europea (ECVB).

La política de vacunación dentro de UE, y en la mayoría de la Europa continental, cesa durante 1990-91. La instauración del mercado único el 1 de enero de 1993 y el deseo de alcanzar un mejor "estatus" sanitario induce a la UE a adoptar una política de no vacunación para todos los estados miembros de la comunidad. En la directiva 90/423/EC además de dirigir el control de la enfermedad, prepara el camino para la erradicación de la fiebre aftosa en la comunidad. Hasta este momento los estados que no vacunaban sometían a cuarentena a los animales provenientes de los estados con vacunación. Esta decisión también estuvo influida por los resultados, en 1989, de dos estudios: en uno se identificaba como probable fuente de 13 brotes primarios entre 1977 y 1987 a laboratorios de investigación y el uso de virus pobremente inactivados. El otro estudio ponía de manifiesto que una política de compensaciones para las pérdidas ocasionadas durante los brotes era más económico que el man-

tener en el tiempo una vacunación profiláctica y masiva. Otro motivo para este cambio, era la posibilidad de comerciar con otros países libres de la enfermedad.

El mantenimiento de la UE como zona libre de fiebre aftosa sin vacunación, ha dejado muy vulnerable a la cabaña ganadera, y desde entonces repetidos brotes de fiebre aftosa se han dado (Bulgaria 1993 y 1996, Italia 1993 Grecia 1994 y 2000, Turquía 1996). Este riesgo de padecer brotes y epidemias esta incrementado por la existencia de Mercado Único con la desaparición de fronteras interiores, la tendencia a transportar animales y sus productos a grandes distancias, la gran concentración de animales en las explotaciones ganaderas y el incremento del comercio internacional.

El brote epidémico actual comienza el 19 de febrero del 2001, cuando una inspección rutinaria en un matadero de Essex, detecta la enfermedad en una partida de ganado porcino. Los animales infectados llegaron el día 16 del citado mes, procedentes de una granja de Buckinghamshire y de la isla de Wight. El anterior brote registrado en el Reino Unido data del año 1981. El brote se extendió rápidamente, llegando a saltar al continente. Desde el primer momento se pusieron en marcha estrictas medidas de control, tanto por parte Ministerio de Agricultura británico, que el día 20 confirma el brote y establece una zona de exclusión en torno al matadero y a las dos granjas que suministraron los cerdos, como de la Comisión Europea, que el día 21 adopta la decisión 2001/145/CE y el 1 de marzo la 2001/172/CE, por la que se establecían medidas de protección contra la fiebre aftosa en el Reino Unido, entre ellas:

- Inmovilización y restricciones al desplazamiento del ganado, suspensión de los mercados y ferias, prohibición al Reino Unido para las exportaciones de ganado, carne y productos lácteos.
- Sacrificio de todos los animales de una explotación afecta, y establecimiento de perímetros de protección y vigilancia.
- Desinfección de las explotaciones y materiales
- Las ruedas de los vehículos procedentes de territorio británico debían ser desinfectadas al ingresar a cualquier otro país europeo.

A pesar de las medidas tomadas, la enfermedad sale de Inglaterra. El 28 de febrero se confirma el primer caso en Irlanda del Norte, salta al continente y el 13 de marzo se declara en Francia el primer caso. El 21 de marzo Holanda confirma casos de fiebre aftosa en dos granjas próximas, (cuatro vacas de una explotación de la ciudad de Olst y varias cabras de una granja de la vecina localidad de Oene). El 22 de marzo en la República de Irlanda se confirman dos casos en ovejas del condado de Louth¹¹, convirtiéndose en el cuarto país europeo en el que se detecta la enfermedad.

Con el fin de adaptarse a la evolución de la enfermedad y su presencia en otros Estados miembros, la Comisión de la UE ha modificado en sucesivas ocasiones la directriz 201/172/CE para el control y desaparición de la enfermedad.

El brote de fiebre aftosa ha tenido en los países de la comunidad diferentes repercusiones¹²:

■ En el Reino Unido¹³, hasta el 15 de mayo, se han confirmado más de 1600 casos y se han sacrificado más de dos millones de animales (tabla 2)¹⁴. La UE ha dado su visto bueno a la petición de autorización para vacunar hasta 180.000 cabezas de ganado vacuno en Cumbria y Devon, dos regiones inglesas muy afectadas por la epidemia. La vacunación estaría limitada a la cabaña bovina, y las reses vacunadas deberían estar identificadas y no podrán moverse del área de vacunación durante un plazo de un año después de detectarse el último caso, ni exportarse a otros países (2001/257/EC).

Tabla 2. Animales sacrificados en el Reino Unido

Especie	Número
Bovinos	415.000
Ovinos	1.855.000
Caprinos	2.000
Porcino	110.000

Datos correspondientes a 2 de mayo.

■ En Irlanda, desde el 31 de marzo, como consecuencia de la obligatoriedad del sacrificio de animales sanos en proximidad al foco, se han matado cerca de 24.000 ovejas y unas 600 cabezas de ganado vacuno.

■ En España se ha sacrificado más de 500 cerdos importados del Reino Unido y se prohibieron los desplazamientos de cabras y ovejas y se suspendieron mercados y ferias. Se han realizado pruebas a unos 66.000 animales importados del país vecino, incluyendo unos 131 vacunos importados de la zona afectada en Francia¹⁵.

■ En Francia se ha confirmado dos casos de la enfermedad el último el 23 de marzo. Teniendo en cuenta que luego de esa fecha no hubo nuevas denuncias, la Unión Europea flexibilizó la prohibición a las exportaciones de carne y lácteos franceses. Las autoridades francesas sacrificaron 20.000 ovejas importadas del Reino Unido y otras 30.000 que entraron en contacto con ganado británico.

■ Las autoridades belgas ordenaron la matanza de unos 300 cerdos, así como unas 1.000 ovejas importadas del Reino Unido.

■ En Holanda hasta el 30 de marzo se habían confirmado 11 casos de la enfermedad. Miles de ovejas, vacas, cerdos y ciervos de establecimientos que comercian con el Reino Unido se han sacrificado. Las autoridades holandesas fueron las primeras en solicitar y obtener permiso para vacunar a los animales en los alrededores de las áreas afectadas a fin de crear un cordón de seguridad evitando la propagación de la enfermedad.

La aplicación de unas medidas tan drásticas y estrictas, se justifica por la extremada contagiosidad del virus y los graves problemas, fundamentalmente económicos y zoonosarios que origina, más quede un posible riesgo para la salud humana.

Es una opinión general, que en aquellos países libres de enfermedad, en donde no se vacuna la cabaña, y sufren un brote, la estrategia más adecuada es el aislamiento y elimina-

ción tanto de los animales enfermos como de los que han estado en contacto con ellos, con la finalidad de mantener el estatus internacional. El sacrificio masivo representa una medida preventiva para evitar la extensión de la enfermedad. Su elección en lugar de una vacunación generalizada se debe fundamentalmente a criterios económicos. Los principales mercados prohíben importar animales vacunados por temor a propagar la enfermedad. Esto supondría una caída de la exportación con el consiguiente quebranto económico.

Por otro lado, la vacunación no garantiza el control de la enfermedad, ni el término del contagio. Otro problema sería poder distinguir entre un animal vacunado y un portador de la enfermedad. ■

REFERENCIAS

- Henry Prempeh, Robert Smith, Berit Müller. Foot and mouth disease: The human consequence. *BMJ* 2001; 322: 565-6.
 - Bauer K. Foot and mouth disease as zoonosis. *Arch. Virol* 1997; 13 (supl): 95-97.
 - http://www.oie.int/esp/normes/mcode/E_00028.htm#top
 - http://www.fao.org/DOCREP/003/X8491E/X8491e01.htm#P62_10337
 - Reid SM, Hutchings GH, Ferris NP, De Clercq K. Diagnosis of foot-and-mouth disease by RT-PCR: evaluation of primers for serotypic characterisation of viral RNA in clinical samples. *J Virol Methods* 1999;83:113-23.
 - Zhang Z, Kitching P. A sensitive method for the detection of foot and mouth disease virus by in situ hybridisation using biotin-labelled oligodeoxynucleotides and tyramide signal amplification. *J Virol Methods* 2000;88:187-92.
 - Locher F, Suryanarayana VV, Tratschin JD. Rapid detection and characterization of foot-and-mouth disease virus by restriction enzyme and nucleotide sequence analysis of PCR products. *J. Clin Microbiol* 1995;3282:440-4.
 - Shen F, Chen PD, Walfield AM, Ye J, House J, Brown F, Wang CY. Differentiation of convalescent animals from those vaccinated against foot-and-mouth disease by a peptide ELISA. *Vaccine* 1999;17: 3039-49.
 - Mackay DK, Forsyth MA, Davies PR, Berlinzani A, Belsham GJ, Flint M, Ryan MD. Differentiating infection from vaccination in foot-and-mouth disease using a panel of recombinant, non-structural proteins in ELISA. *Vaccine* 1998;16:446-59.
 - <http://aleffgroup.com/avisfmd/>
 - <http://www.irfgov.ie/daff/AreaofI/FMD/default.HTM>
 - http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/news/newsid_1262000/1262033.stm#4
 - <http://www.maff.gov.uk/animalh/diseases/fmd/default.htm>
 - Informaciones Sanitarias 4 de mayo de 2001;vol.14-Nº18.OIE
 - <http://www.mapya.es/indices/pags/ganad/index.htm>
- Otras direcciones de Internet:
- http://www.iah.bbsrc.ac.uk/virus/Picornaviridae/Aphthovirus/FMDV_Molecular_Epidemiology.pdf
- <http://www.minlnv.nl/international/>
- <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAH/EUFMD/default.htm>
- <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAH/EMPRES/GEMP/resources/resources.html>
- <http://www.agriculture.gouv.fr/alim/sant/mala/Fievre-apht/FA-somm.html>
- <http://www.minlnv.nl/international/>
- http://europa.eu.int/comm/food/fs/ah_pcad/ah_pcad_index_en.html
- <http://www.fve.org/news/news1.htm>
- http://www.ukvet.co.uk/foot_and_mouth/foot_and_mouth.html
- <http://www.animalscience.com/content/html/index.htm>

PLACAS DE HONOR DE LA ASOCIACION

Fritta S.L., Placa de Honor- 2000 de la AEC Ejemplo de dedicación y eficacia en I+D para el sector cerámico

FRITTA SL es bien conocida por el sector cerámico como productora de fritas, esmaltes y colorantes utilizados para la fabricación de revestimientos y pavimentos cerámicos. La sede central de la compañía está situada en Villarreal [Castellón] pero tiene presencia comercial en cuatro continentes a través de empresas subsidiarias en Brasil, Italia y Portugal y una importante red de oficinas técnicas. La compañía, fundada en 1973, ha tenido en estos años como objetivo básico el desarrollo tecnológico convirtiéndose en una fábrica de soluciones tecnológicas. FRITTA desarrolla de forma continuada nuevos productos y tecnologías; y lo hace, además, ayudando al sector cerámico a fabricar productos cada día más sofisticados sin tener, por ello, que introducir modificaciones sustanciales en sus instalaciones. Esta no es sólo una afirmación voluntarista, sino que se ha justificado a lo largo de toda la historia de FRITTA con una eficaz actuación demostrada por los siguientes hechos:

1º) La consecución del Premio a la Mejor Empresa de la Comunidad Valenciana [al segundo año de ser instituido por el Gobierno Valenciano]. Logrado en abierta competencia con empresas muy destacadas, de dimensión bastante mayor y pertenecientes a importantes sectores productivos. Este reconocido Premio fué concedido después de que un grupo de expertos analizara minuciosamente la realidad de la empresa.

2º) El reconocimiento internacional traducido en ventas superiores [fuera de España] a los 8.000 Millones de Pta. Una cifra especialmente significativa si se valora: a) que se refiere a materias base para fabricación [con menor valor añadido que un producto manufacturado]; b) que se consigue en abierta competencia en un mercado global muy difícil; y c) que está condicionada por la falta de plantas productoras [actualmente en puesta en marcha o en proyecto] que acerquen el producto a mercados que ya están interesados y son clientes potenciales constatados.

3º) FRITTA vende en el mercado internacional algo más del 58% de su producción de Villarreal. Sus índices de exportación son netamente superiores tanto a los del sector de fritas y esmaltes como al del conjunto del sector cerámico.

El sector cerámico es tremendamente competitivo y muy dinámico, exigiendo continuados aportes tecnológicos que hagan posible, prácticamente día a día, piezas cerámicas más sofisticadas y con mayores prestaciones, pero con unos costes de fabricación muy competitivos a escala mundial. Un reto al que FRITTA responde con nuevos productos e innovaciones en las tecnologías de producción que permiten al fabricante cerámico responder a las demandas del mercado incluso si sus instalaciones no son de última generación. Este esfuerzo diario en I+D, pocas veces traducido en ponencias o publicaciones, es el que ha hecho posible la posición de liderazgo tecnológico de FRITTA con una amplia gama de productos que cubren las necesidades del sector de pavimento y revestimiento cerámicos para todos los procesos de fabricación: gres de monococción, monoporosa, bicocción rápida y bicocción tradicional.

Los Laboratorios de FRITTA disponen de un laboratorio central en su sede de Villarreal, Castellón. Además, ha establecido laboratorios propios en aquellos países donde los requerimientos y la demanda de los productos que fabrica así lo exigen [con la posibilidad de ser transformados en instalaciones industriales si fuese necesario, como es el caso actual de Brasil e Italia]. Las nuevas oficinas técnicas están situadas en Argentina, China, Indonesia, Marruecos, Rusia y Turquía, y están dotadas con profesionales de alta capacitación y medios que garanticen la mejor asistencia tecnológica al cliente.

La estructura de FRITTA se apoya fundamentalmente en los laboratorios de investigación que están constituidos por los siguientes departamentos:

- Departamento de Control, que junto con la Sección de Análisis y Ensayos supervisa de forma permanente la calidad tanto de los productos fabricados como de las materias primas utilizadas.

- Departamento de I+D (Investigación y Desarrollo), dedicado al desarrollo de nuevos productos, tanto fritas como vidriados cerámicos.

- Departamentos de Asistencia Técnica y de Exportación, que prestan soporte tecnológico a los clientes, respondiendo lo más rápidamente posible tanto a las necesidades de los clientes del mercado nacional como a los del internacional. Dicha asistencia técnica se acerca

cada vez más a las necesidades del cliente, potenciando acuerdos comerciales y de colaboración.

- Departamento de Diseño equipado con las más avanzadas técnicas de desarrollo de prototipos para baldosas cerámicas.

- Departamentos de Creación y de Piezas Acabadas, donde se desarrollan nuevos modelos de baldosas, a partir de los prototipos creados por el Departamento de Diseño y de los productos fabricados en la propia empresa.

Así pues, FRITTA SL completamente merecedora de la PLACA DE HONOR DE LA AEC en la edición

del pasado año 2000, constituye un claro ejemplo para otras empresas españolas del sector industrial español que aun son reticentes a convencerse de las grandes ventajas competitivas que supone el dedicar fondos y recursos humanos a la I + D, y que debe realizarse no sólo con los propios medios empresariales, sino en estrecha relación y contacto con las universidades y los centros de investigación de nuestro país. FRITTA sigue demostrando que cuando esta comunicación es directa, abierta y continua, favoreciendo el flujo de ideas en ambos sentidos: empresas \leftrightarrow científicos, se aprovechan al máximo las capacidades de nuestros profesionales de la Ciencia.

Jesús María Rincón

Placa de Honor 1999 concedida al Dr. Antonio Bru Espino

Mendel, el de las leyes genéticas, podría haber experimentado con la familia Brú Espino en vez de con los guisantes. Por parte paterna, desciende de físicos, Luis Brú era primo hermano de su abuelo y su padre es un importante físico nuclear. Y por parte de madre es biznieto del notable compositor Felipe Espino. Así que nuestro Antonio es pianista, pero se dedica a la investigación en física. Y su hermano Carlos es físico, pero se dedica al *bel canto* como barítono. Además ha aprendido el sánscrito por su cuenta, y cuando espera en el hotel la hora de la función, lee, anota y repiensa las obras de Feuerbach, Nietzsche, Hegel, y algún otro *divertimento* del mismo porte. Además pinta y expone. Su hermana Isabel también estudió música, pero ella debe de tener algo que ver con otro guisante familiar, porque se dedica a la medicina tras premio extraordinario en carrera y doctorado. Si fuera fea, nos haría más fácil el deber de creer en un Dios justo cuando reparte sus dones, pero nos lo pone difícilísimo.

De tales antecedentes familiares puede colegirse que Antonio es –como dicen ahora– un *sobrado*. Y lo es por cualidades y formación. Pero en nada lo ha tenido fácil. Hizo la carrera de Físicas en la Complutense en los años 1980-86. Dedicó algún afán a la política en aquellos años, y sólo sacó de la experiencia la firme convicción de no reincidir. Demasiado firme la convicción, porque si te dedicas a estudiar y trabajar, a trabajar y estudiar en tu gabinete o laboratorio y no aprendes que los pasillos son para algo más que transitar – hablamos de la España actual – estás perdido. Y desde hace

años, Antonio sólo se dedica a trabajar. Los dineros oficiales se le resisten con rara pertinacia y evaluador ha habido que le ha negado financiación para sus trabajos de oncología, porque “del cáncer ya se sabe todo”.

El trabaja en el CIEMAT desde el año 1989, dedicado a teorías del *transporte en medios desordenados*. Dichas teorías las ha aplicado, entre otros temas, al almacenamiento de residuos radiactivos de alta actividad. La aplicación de la teoría matemática de los fractales a los frentes de hidratación en arcillas de los almacenamientos de residuos le sugirió la posibilidad de estudiar de manera semejante el crecimiento de los tumores cancerosos. Fruto de este intento fue la publicación en el *Physical Review Letters* de un trabajo que tuvo resonancia mundial: *Super rough dynamics on tumor growth*. *Physic up date* (Instituto Americano de Física) y *The Lancet* sacaron reseña de este trabajo, en el que Antonio había conseguido expresar experimentalmente por primera vez en una ecuación matemática el crecimiento de un tumor. El pasado mes de mayo *The Lancet Oncology* dedicó una página entera a una exposición más avanzada de sus trabajos que Antonio hizo en la Facultad de Biología de la Complutense. Actualmente tiene los mismos resultados sobre 16 líneas celulares diferentes *in vitro*, y sobre 15 tipos de tumores *in vivo*. Todo esto le permite avanzar una teoría revolucionaria y de la mayor trascendencia terapéutica: el crecimiento de todos los tumores es dinámicamente universal. Es decir, justamente lo contrario de la única afirmación en la que están concordados todos los oncólogos: que cada clase de tumores es diferente de las demás.

Jesús Martín Tejedor

Placa de Honor 1999 concedida al Dr. Juan Cruz Cigudosa García

Juan Cruz Cigudosa García es Jefe de la Unidad de Citogenética del Dpto. de Genética Humana del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO), desde septiembre del año 2000. Ha desarrollado su labor investigadora durante los últimos 14 años en el campo de la citogenética del cáncer (leucemias, linfomas y diversos tumores sólidos), desde que se licenció en Ciencias Biológicas por la Universidad de Navarra en 1987. Realizó su Doctorado por la misma Universidad en colaboración con el Grupo de investigación del Dr. Felix Mitelman (Hospital Universitario de Lund, Suecia) y lo defendió en 1991 obteniendo la máxima calificación y Premio Extraordinario. Realizó una primera estancia post-doctoral en la Cátedra de Genética Humana de la Universidad de la Laguna (Islas Canarias). A continuación fue contratado como Colaborador de Investigación en el Memorial Sloan Kettering Cancer Center de Nueva York. Fue nuevamente reclutado, pocos meses después, por su anterior equipo en la Universidad de la Laguna, para ocupar una plaza de Facultativo Adjunto y desarrollar su labor investigadora hasta su reciente incorporación al centro dirigido por el Prof. Mariano Barbacid.

El Dr. Cigudosa ha realizado una prolífica labor investigadora en el marco de numerosos Proyectos de Investi-

gación financiados por distintas instituciones públicas, hecho que se ve reflejado en el importante número de publicaciones con que cuenta en revistas de gran prestigio, tanto nacionales e internacionales. Su labor formadora de científicos queda plasmada en la dirección de tres Tesis Doctorales, defendidas y valoradas con la máxima calificación, así como de otras dos actualmente en proceso de realización. Finalmente, ha atendido con cuidado la relación con sus colegas y, en ese sentido, es miembro de diversas asociaciones científicas (Asociación Española de Genética Humana, European Society for Human Genetics, European Cytogeneticists Association, etc.), en alguna de las cuales, desempeña además tareas de responsabilidad y coordinación a nivel nacional e internacional.

Si bien todas los méritos anteriormente aludidos harían al Dr. Cigudosa justo merecedor de la PLACA DE HONOR del año 2000 en reconocimiento a su labor en el campo de la Investigación Científica, consideramos sin embargo, que el rasgo fundamental que destaca en su persona, por encima de todo logro científico, consiste en el Amor que profesa a su trabajo, condición imprescindible para el "buen hacer" científico, haciendo suyos los versos del Poeta S. Rodríguez: "[...] Debes amar la arcilla que va en tus manos, [...] Debes amar la hora que nunca brilla, [...] y si no, no pretendas tocar lo cierto, sólo el Amor engendra la maravilla [...]"

Ismael Bruño

NOTAS TÉCNICAS

El acero contribuye a la mejora del medio ambiente

(Tomado del artículo: GROWTH AND TECHNICAL DEVELOPMENTS IN THE STEEL INDUSTRY", de F. Wagner, Revue de Metalurgie, Nº 1, enero 1997)

Entre otros, aparecen dos ejemplos. El primero tiene relación con la industria del automóvil. El proyecto ULSAB (Ultra-Light Steel Autobody), auspiciado por 33 empresas aceristas ha mostrado que es posible reducir en un 20% el peso de acero del chasis del coche, aumentando al mismo tiempo la comodidad y seguridad de la conducción. Esta mejora, al reducir el peso de los coches y en consecuencia, su consumo de combustible, ha frenado por ahora la entrada del aluminio (gran consumidor de energía) en el campo del automóvil.

El acerista tendrá que suministrar aceros de resistencia más alta. Incluso se piensa que no será simple chapa, sino conjuntos soldados con láser, hasta llegar al 50% del total vendido a los fabricantes de autos. De esta forma el acerista pasa de ser un mero productor de materias primas a ser un suministrador de sistemas o conjuntos.

Las exigencias de calidad planteadas a los aceros suministrados a la industria están siendo cada vez más opresivas. La ruta horno alto / oxiconvertidor parece ser la mejor respuesta a es-

tas exigencias, ya que garantiza el nivel de pureza y regularidad requeridos para obtener superficie perfecta y propiedades mecánicas extremadamente precisas dentro de intervalos muy estrechos.

El segundo ejemplo está en la construcción de viviendas (privadas, unifamiliares) con estructuras de acero. Esta forma de construcción, que se está difundiendo progresivamente en todo el mundo, ha tenido especial éxito en los Estados Unidos. Debido a la intensa deforestación y sequía, la madera, material tradicional de construcción en los Estados Unidos, está siendo cada vez más caro y de peor calidad. El acero ha demostrado ser un efectivo material de sustitución. A partir de un tonelaje mínimo en 1992, este mercado llega a más de dos millones de toneladas en 1997 y, hay estimaciones de que se duplicará en los próximos diez años.

Las ventajas de costo, comodidad e impacto ambiental presentadas por el acero hacen improbable el retorno a la madera, aún en el caso de que se produjera una recuperación completa de los bosques. Si las tendencias se confirmaran, este mercado podría ser tan importante en los Estados Unidos como el de la automoción.

En consecuencia, parece razonable la instalación de plantas dedicadas específicamente a la construcción de estructuras de acero para viviendas privadas.

José Luis Enríquez Berciano

Obtención de materiales adsorbentes para la depuración de humos

En el CENIM (Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas) se está estudiando la obtención de materiales adsorbentes de base carbón para la depuración de humos.

Los humos pueden tener además de diferentes dioxinas y furanos, una familia de más de doscientos componentes orgánicos, enormemente tóxicos, con los PAH (hidrocarburos policíclicos aromáticos) y los BETX (hidrocarburos monocíclicos), que son otras familias integradas por más de cuarenta componentes también tóxicos. Además están presentes en los humos el CO, el SO₂, algunos metales, partículas condensadas muy finas, etc. En los humos siempre está presente el CO₂, cuando se ha utilizado material carbonoso como combustible o reductor, y arrastran partículas sólidas y líquidas. El tratamiento de humos exige separar todos los componentes nocivos de una forma integral. Se utilizan filtros para retener las partículas y adsorbentes para los componentes gaseosos, tratamientos químicos destructores de las moléculas tóxicas obteniendo una emisión gaseosa limpia que cumpla las normativas legales y cuyo impacto en la salud no sea negativo.

Los nuevos materiales adsorbentes que estamos estudiando se basan en el coque de petróleo. Se trata de mezclas de materiales adsorbentes, capaces de separar entre todos los componentes nocivos, dejando una emisión gaseosa limpia.

Estas técnicas de adsorción son compatibles con otras técnicas de limpieza de humos como es la destrucción de los componentes tóxicos y la filtración de partículas condensadas.

Finalmente, independiente del origen de las dioxinas y furanos otros componentes que se producen fatalmente en los procesos oxidativos, se trata de minimizar presencia de todos los componentes con impacto negativo en el medio ambiente, controlando mejor los procesos de combustión.

El tema del CO₂, aunque es un componente nocivo, admite también tecnologías de control basadas en técnicas de separación de gases de reciclado, etc.

El CENIM y las empresas que apoyan estas investigaciones, esperan así contribuir a una limpieza de los humos industriales, con una reducción sustancial de sus volúmenes emitidos, e incluso utilizando metodologías de producción de energía en que los productos de combustión sean sólidos, lo que evitaría emisiones de CO₂.

Nilo Cornejo y Fernando García Carcedo

LIBROS

Transgénicos

Luke Anderson
Editorial: Gaia Proyecto 2050. Mayo 2001
ISBN: 84-930232-3-X

Esta publicación surge ante la polémica desatada por la proliferación de contaminaciones alimentarias derivadas del uso de productos agrícolas modificados genéticamente, introduce al lector de una manera sencilla y comprensible en el problema, comenzando por explicar los principios básicos de la ingeniería genética.

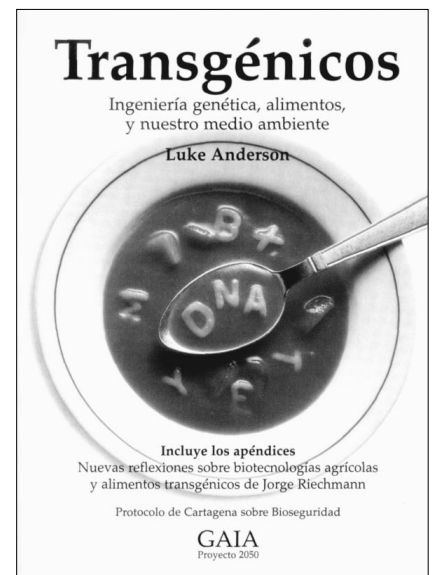
En su capítulo 2, "Ingeniería genética y medio ambiente", hace un análisis pormenorizado de los problemas que esta nueva tecnología puede representar en los diversos campos en que se viene aplicando: plantas resistentes a herbicidas, cultivos resistentes a insectos, a virus, contaminación genética, árboles, aportando en cada caso ejemplos concretos, junto a citas de científicos comprometidos y autorizados en cada tema.

Igualmente, en su capítulo 3 sobre "Ingeniería genética y agricultura" plantea tanto los fracasos como los riesgos que esta tecnología conlleva. Comienza con la descripción de una serie de ejemplos que muestran los fracasos de la utilización de plantas transgénicas en cultivos de algodón, soja, patata y tomate. Así mismo, indica los peligros de la polinización cruzada para aquellos agricultores que apuestan por el cultivo biológico, los riesgos que implica para la biodiversidad de especies y, en consecuencia para el cultivo, ya que la uniformidad genética conduce a la vulnerabilidad y a la inseguridad alimentaria. Compara la revolución gené-

tica con la revolución verde, por cuanto ambas conducen a la pérdida de la diversidad, considera que no es una tecnología segura, ni beneficiosa para el ambiente, ni siquiera económicamente, puesto que destruirá la diversidad, el conocimiento local y los sistemas agrícolas que los agricultores han desarrollado durante milenios, y no contribuye a resolver el hambre

en el Mundo, puesto que el problema no es de producción sino de una distribución injusta de la misma.

En los restantes capítulos analiza la problemática de esta tecnología en patentes sobre plantas, animales e incluso seres humanos, para continuar con indicaciones sobre las corrientes que la mueven, ejemplos concretos sobre la leche y el crecimiento bovino. Pone de manifiesto la reacción en contra de la población, para terminar con reflexiones sobre el caso de Jorge Riechmann y José Santamarta y con una enumeración de las organizaciones internacionales, revistas, libros y servicios de información sobre el tema.



LIBROS

Materiales Inorgánicos en la construcción para el siglo XXI

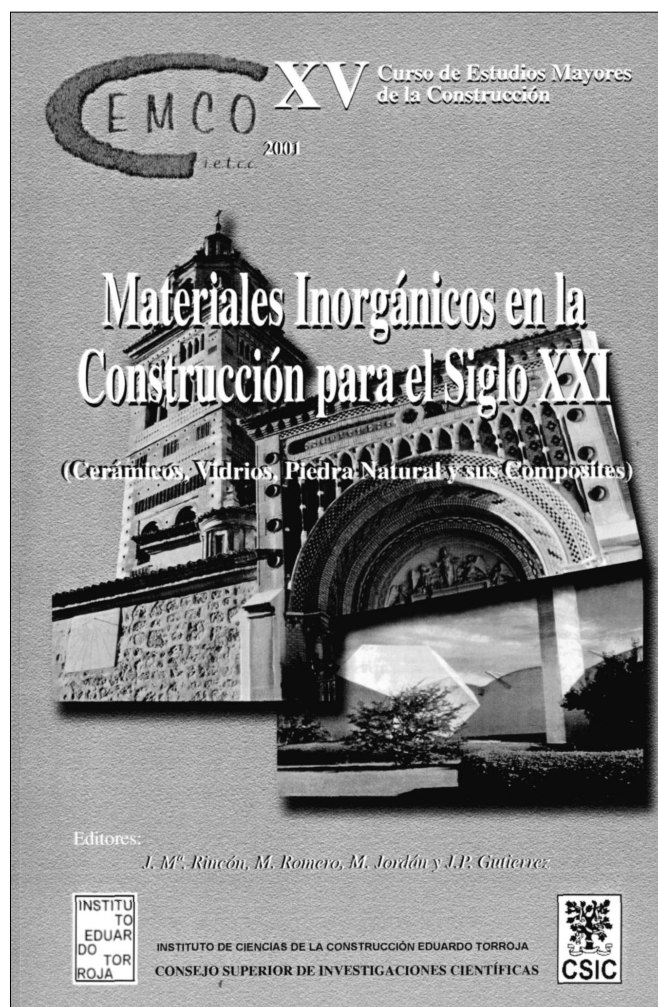
(Cerámicos, Vidrios, Piedra Natural y sus Composites)

J. Ma. Rincón, M. Romero, M. Jordán y J. P. Gutiérrez
Eds. Inst^o. E. Torroja CC Construcción, CSIC
y Univ. Miguel Hernández, Elche
ISBN: 84-953115-73-4 Depto. Legal: A- 165- 2001-11-12

La presente publicación recoge el texto completo de las lecciones impartidas en la 3ª edición del seminario dedicado a materiales cerámicos y vidrios en la construcción que empezó a impartirse en los cursos CEMCO a partir del año 1995, a raíz de la creación del Grupo/Lab. de Materiales Vítreos y Cerámicos en el Instituto E. Torroja de Ciencias de la Construcción del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Como puede verse en esta publicación monográfica, esta edición del seminario dedicado a los materiales cerámicos y vítreos presentó importantes novedades respecto a ediciones anteriores. La publicación que presentamos, que recoge las lecciones impartidas en este Seminario CEMCO, demuestra una vez más la consolidación de las actividades dedicadas a los materiales cerámicos y vítreos en la Construcción en el Instituto E. Torroja.

En estos comienzos del siglo XXI se incorporan una serie de productos innovadores que van a suponer una revolución dentro del campo de los Materiales Inorgánicos considerados, como aquí, como "cuerpo de doctrina" y como nuevo e innovador concepto en la Construcción. Una vez más, destaca la participación del sector industrial y universitario de Castellón, como el área más dinámica y creativa de la Cerámica y el Vidrio en nuestro país. Se han incorporado nuevas lecciones con un carácter más actual dedicando especial atención en algunos casos al tema de la colocación. Se incorporan auténticas novedades de productos que se presentaron en la pasada Feria de Cerámica de Valencia CEVISAMA 2001. Los productos de altas prestaciones merecen también una atención especial, demostrando cómo materiales cerámicos tradicionales han sido capaces de dar el gran salto tecnológico hacia aplicaciones avanzadas, pero realmente implantadas en las necesidades del gran público en las expectativas comerciales del mundo empresarial.

Así pues, el Instituto Torroja del CSIC, con sus más de 60 años de historia sirviendo a la investigación y a los profesionales de la Construcción, apuesta de nuevo con la edición de esta monografía por la investigación



y desarrollo de los Materiales Cerámicos y Vítreos, que tanta incidencia económica y en sus aplicaciones tienen en el momento actual. Ha sido decisiva para la elaboración de este Seminario el entusiasta apoyo de patrocinadores industriales, así como de la Universidad Miguel Hernández de Elche, con su Vicerrectorado de Investigación ayudando y facilitando la edición del presente libro, que se plantea como en ediciones anteriores con un espíritu integrador de todos los implicados en la producción y aplicaciones de los materiales cerámicos, vítreos y piedra natural en la Construcción, que, como antes se ha indicado, pueden ser todos ellos englobados como MATERIALES INORGANICOS EN LA CONSTRUCCION por su problemática común en cuanto a sus posibilidades estructurales, estéticas, características tecnológicas y problemas de aplicación, independientemente de las competitividades comerciales entre ellos; así como de los materiales compuestos como combinaciones de todo tipo entre los anteriores y que estamos seguros van a ser los materiales "estrella" en este siglo XXI.

LIBROS

Gestión de la innovación en las empresas industriales de la Comunidad Valenciana

José M^a Guijarro y Jorge.
 Editorial: AIDO, 255 págs.
 ISBN: 84-923203-1-1zz

Tomando como referencia la última década del siglo XX, se ha podido observar que las empresas e instituciones españolas son cada vez más conscientes de la importancia de las innovaciones tecnológicas como principal fuente del incremento de la productividad y de la actividad económica en su conjunto. Todo esto, se constata en un continuo incremento de los recursos humanos y financieros que las empresas y las administraciones dedican a las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) y, a su vez, en el crecimiento de la investigación pura y aplicada en las universidades y otros centros especializados en investigación.

En esta situación se encuentran, por un lado, las grandes empresas y las comunidades científicas universitarias que están más que acostumbradas a desarrollar con éxito estrategias de crecimiento basadas en la innovación; y por otro las PYME, que forman la mayor parte del entramado empresarial español y que encuentran serias dificultades para desarrollar y adaptar las innovaciones a su particular escala de recursos y mercado.

El autor, D. José M^a Guijarro y Jorge, profesor de la Facultad de Economía de la Universidad de Valencia y Doctor Sobresaliente Cum Laude por la Universidad de València con su tesis doctoral "Gestión de la Innovación en las Empresas Industriales de la Comunidad Valenciana", ocupa desde hace más de doce años la Subdirección del Instituto Tecnológico de Óptica, Color e Imagen (AIDO) y es conocedor de las limitaciones de las pequeñas y medianas empresas cuando se enfrentan a mercados competitivos. Según Guijarro y Jorge "Un dato a considerar en el ámbito de nuestra comunidad es el escaso número de PYME que cuentan con su propio departamento de I+D, que es proporcionalmente inferior al de otros países de la Unión Europea". Es por ello que tanto las Administraciones como las asociaciones empresariales, conscientes de esta situación y de la necesidad de incrementar el peso de la I+D en las PYME, han creado organismos - (asociaciones de investigación, institutos tecnológicos, centros de investigación) - y redes de organismos dedicados a financiar, fomentar, desa-

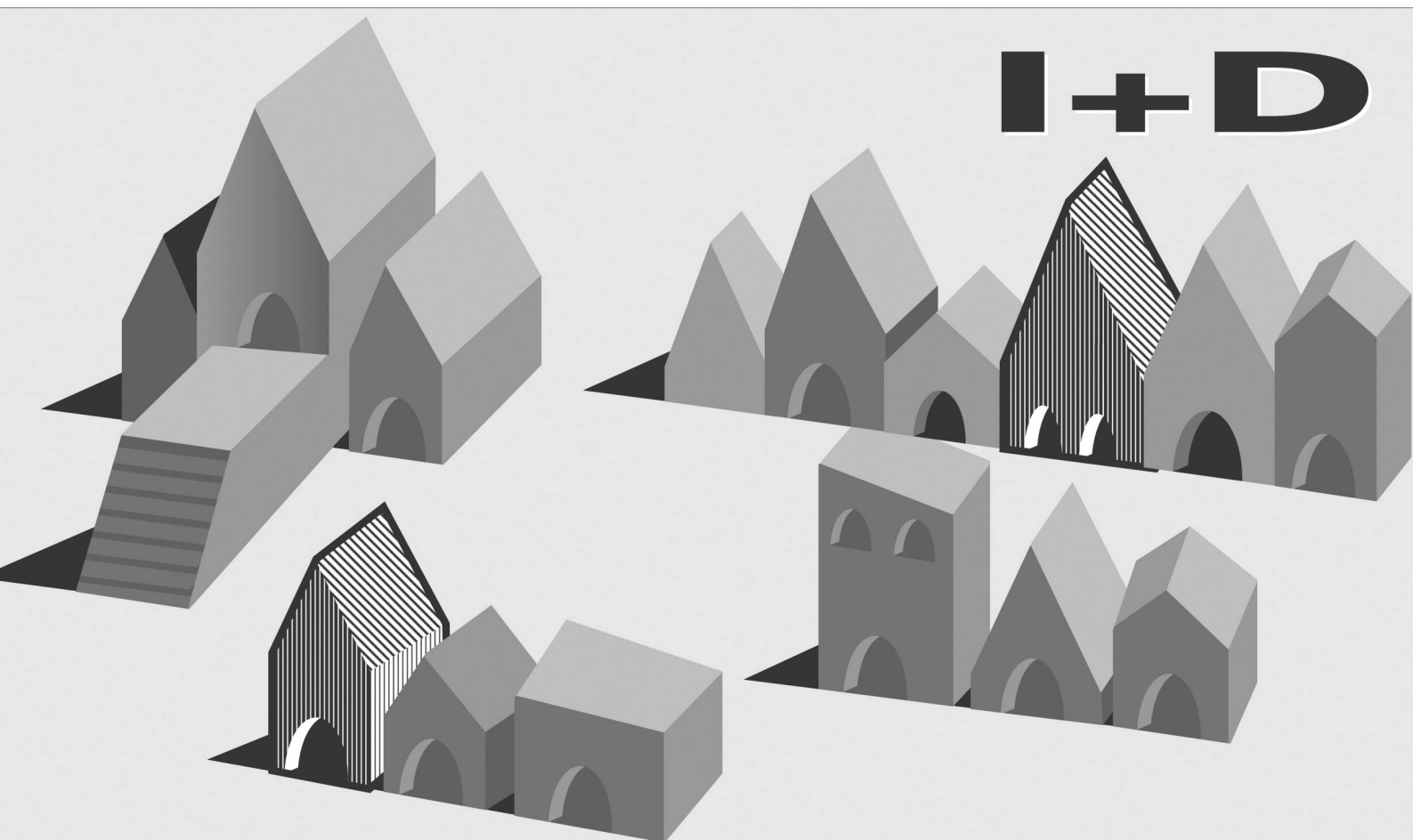


rollar y difundir las innovaciones tecnológicas entre el tejido industrial.

En conclusión, el libro, que es casi un manual para llevar a cabo con éxito el proceso de innovación en la empresa, analiza el impacto de la modernización en los diferentes sectores productivos y cómo éste ha sido distinto en función de cada uno así, como la propia actitud interna de la empresa ante el proceso de innovación. El autor aborda el proceso de gestión de la innovación en las PYME desde tres paradigmas básicos: la innovación como resultado de un proceso gerencial, como resultado de la difusión de las tecnologías productivas y de los feedbacks existentes entre el mercado, las empresas y el conocimiento científico. Esta obra, dirigida principalmente a gerentes y directivos de PYMES, es una importante herramienta de trabajo para el empresario que desee aplicar la innovación con éxito en su empresa.

Tecnología avanzada

Premio a la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico



IC, Publicidad

La Asociación Española de Científicos [AEC] nos ha entregado su Placa de Honor en reconocimiento a nuestro esfuerzo en la investigación científica y el desarrollo tecnológico. ¿Hay alguien más capacitado para valorar nuestro nivel en I+D?

 *Fritta, S.L.*

www.fritta.com