

## CUANDO LOS BIÓLOGOS GENERAN CONOCIMIENTO APLICADO

Diego Gallego Cambroneró

Doctor en Biología, Col. Nº 18638-MU

E-mail: dgallego@um.es

El concepto de transferencia tecnológica de los resultados de investigación implica que una universidad o centro de investigación investigue y que con los resultados de la investigación invente, que posteriormente esos inventos sean transferidos a la industria. Es la industria la encargada de hacer llegar a la sociedad dichos resultados, en forma de innovación y ya tenemos el I+D+i (Investigación, Desarrollo, Innovación). Este concepto puede entenderse como un engranaje, en el que las tres ruedas, científicos, industria y sociedad, giran. Y el giro ayuda a que el complejo sistema social occidental funcione. De hecho, y citando a William Baumol, el motor del sistema económico capitalista se ha basado en la innovación desde la revolución industrial. Pero para que ese engranaje se mueva es necesario un insumo, no en forma de energía, sino de dinero. Y de este modo, en el capitalismo occidental, las universidades y centros de investigación son financiadas para que investiguen (con dinero público o privado), que sirve para generar resultados, que a su vez son comprados por la industria, generando innovación. Esta innovación le dará a la industria una ventaja sobre sus competidores, lo que redundará en un aumento de beneficios ya que tendrá mucha mayor facilidad para llegar al consumidor final. Esto a su vez generará un movimiento económico que será gravado con impuestos, que en parte servirán para financiar más investigación de modo que las ruedas sigan girando en lo que hemos dado en llamar progreso social y tecnológico.

Pero hay un elemento que podría representarse como los dientes de ese engranaje, un elemento necesario para que los elementos del engranaje puedan interactuar, girar. Esos dientes son los elementos de protección de la propiedad intelectual, es decir, las patentes y los modelos de utilidad. Estos elementos sirven para asegurar la exclusividad innovadora a las empresas que a su vez las dota de una ventaja competitiva en el mercado. Paradójicamente una empresa solo se atreverá a lanzar al mercado un producto nuevo, fruto de la transferencia tecnológica, si se asegura la exclusividad, si puede acceder a una cuota de mercado mayor que le asegure beneficios sobre la inversión realizada. La paradoja reside en que solo mediante la exclusividad un producto nuevo estar disponible para la sociedad (o parte de ella), es decir, una actitud egoísta, de beneficio de un individuo (o empresas) redundará en un beneficio de toda (o parte) de la comunidad.

Tras esta introducción, pretendo relatar una historia en primera persona, que comienza en el siglo pasado (aunque para los de mi generación el siglo pasado era otro), concretamente al final del siglo, en

1995. Durante ese año, y tras casi tres años de extrema sequía en el levante ibérico, se desencadenó la mayor plaga de barrenillo del pino que se conoce en el sur de Europa. El barrenillo del pino es un pequeño escarabajo de unos 4 mm de longitud, conocido como *Tomicus destruens* (aunque en aquel año si siquiera se estaba seguro de su nombre), del que hablaré repetidamente a lo largo de esta historia (Figura 1). Este episodio de plaga afectó en la Región de Murcia a casi 40.000 ha (40.000 campos de fútbol) de pinares, causando también daños, aunque menores, en zonas limítrofes las provincias de Alicante y Almería, ya que estos animales no terminan de entender bien eso de las Comunidades Autónomas. El episodio de plaga se prolongó hasta finales de 1996, causando la muerte a millones de ejemplares de pino carrasco (*Pinus halepensis*). Cuando se desencadenó el brote epidémico, las personas encargadas de la sanidad forestal en Murcia se encontraron prácticamente sin herramientas para combatirlo. Y es que por entonces no se contaba con tecnología, ni experimental ni comercial, para luchar contra los brotes epidémicos de escolítidos. Antes de continuar debo poner al lector en contexto, para que pueda entender la complejidad de los procesos, que son procesos ecológicos en definitiva, a que me refiero.



Figura 1: Aspecto del barrenillo del pino *Tomicus destruens* (Wollaston 1865).

Barrenillo es el nombre común de unos escarabajos que viven bajo la corteza de los árboles, pertenecientes a la familia *Curculionidae* (la familia del picudo rojo), pero de una subfamilia muy particular la de los *Scolytinae*. Un indicativo de que estos escarabajos son importantes es que tienen nombre popular castellano, y el castellano solo da nombres populares a animales que o se comen o hacen daño. Y

efectivamente, la mayor parte de las especies de los escolítidos, o barrenillos, se alimentan de unos tejidos vegetales muy particulares, el floema y el cambium de los árboles y otras plantas leñosas. Estos tejidos forman una capa muy fina entre la corteza y la madera de los árboles, es la capa asalmonada que se observa al levantar con cuidado la corteza de los árboles vivos. Ambos tejidos, de apenas unos pocos milímetros de anchura son fundamentales para mantener vivos a las plantas leñosas, desde los tomillos a los árboles más grandes. El cambium es el tejido de crecimiento, el encargado de incrementar el diámetro de los árboles año a año, ya que es un tejido capaz de generar floema, o tejido conductor de la savia elaborada (en sentido descendente), de distribuir los azúcares generados en las hojas por todas las partes no fotosintéticas de la planta. El cambium también genera corteza nueva por su cara exterior. El resto de la porción leñosa de los árboles es poco más que madera con función estructural, es decir, para sostener las enormes masas de los árboles. Esta madera está formada por componentes estructurales de muy alta resistencia, como es la celulosa, hemicelulosa y lignina. Estos componentes, compuestos en su mayor parte por hidratos de carbono, forman estructuras con enlaces químicos de altísima resistencia. De hecho pocos materiales creados por los humanos son capaces de soportar las cargas que soportan los troncos y las ramas de los grandes árboles. Los árboles deben sostener el peso de la copa, donde no solo acumula la mayor parte de su biomasa, en forma de ramas y hojas, sino que además estas ramas y hojas crean una autentica vela que ofrece una enorme resistencia al viento. A Gustave Eiffel no se le habría ocurrido diseñar su torre con forma invertida, con la mayor parte del peso y superficie en la parte de arriba ya que se habría desplomado con la primera racha de viento. Pero billones de árboles consiguen mantenerse en pie y crecer, gracias al éxito evolutivo de acumular unas minúsculas fibras de sostén. Y son tan resistentes que tan solo unos pocos grupos de organismos son capaces de digerirlas para acceder a los hidratos de carbono (algunos hongos y protozoos). Así que toda esa madera, la mayor parte de la biomasa arbórea (exceptuando las hojas), es muy poco o nada alimenticia, muy pocos organismos comen madera. Pero el cambium y el floema son diferentes, son tejidos sin función estructural, que apenas acumulan fibras de sostén, siendo ricos en azúcares, proteínas y minerales (apenas grasa, una dieta ideal), fácilmente asimilables. Incluso los humanos hemos descortezado ciertos árboles cuando el hambre apretaba. En otras palabras, casi lo único que alimenta de los árboles (además de las hojas y brotes) es una finísima capa entre la corteza y la madera, y eso tiene que alimentar a una altamente diversa comunidad de insectos.

Con este planteamiento, un bosque puede interpretarse a ojos de un insecto forestal (no de los que comen hojas, esos lo tienen más fácil) como una enorme despensa en que los recursos alimenticios son escasos, y están muy bien protegidos bajo la corteza.

De hecho si un insecto intentara perforar la corteza para acceder al banquete se encontraría, en el caso de las coníferas, con un copioso chorro de resina pegajosa, que lo envolvería hasta matarlo por asfixia. Además la resina viene cargada de compuestos tóxicos, los monoterpenos (el aguarrás está formado por estos monoterpenos), con acción insecticida y antifúngica. Así que todos estos recursos quedan fuera del alcance de la comunidad de insectos que deben comerlos para asegurar su existencia, de modo que se ha producido una autentica carrera coevolutiva, entre insectos y árboles, basada en el engaño y el oportunismo para poder acceder a esos finos tejidos antes que nadie. En esta carrera de coevolución iniciada posiblemente en el triásico, hace unos 230 millones de años, los escolítidos han desarrollado herramientas para detectar árboles debilitados o heridos. Los árboles, especialmente las coníferas, cuando sufren una herida mecánica o se debilitan, inician un proceso conocido como defensa inducida, en la que el árbol, como de un sistema inmunitario animal se tratara, se inunda de monoterpenos tóxicos, en prevención de ataques sobre todo de hongos. Las moléculas de monoterpenos tienen otra propiedad, tienen una alta volatilidad, se evaporan y dispersan en el aire muy fácilmente. Y los escolítidos han evolucionado para detectar con mucha eficacia bajos niveles de monoterpenos en el aire, siendo capaces además de encontrar de forma muy rápida la fuente de emisión, el árbol debilitado. Es decir, los escolítidos huelen los árboles debilitados y los encuentran entre el resto de los árboles del bosque. Además no suele encontrarlo un único insecto, sino que ese olor es detectado por un gran número de congéneres, desplegando un ataque cooperativo capaz de vencer la capacidad de resinación del árbol, mermada a su vez por el debilitamiento. Todo este complejo sistema de detección mediante olores se encuadra dentro de la disciplina de la Ecología Química, y los compuestos implicados se denominan semioquímicos, o químicos capaces de transmitir señales, de comunicar. El tipo de semioquímico más conocido es la feromona, que es cualquier sustancia química emitida y recibida entre individuos de la misma especie. Pero existen otros semioquímicos, que sirven para comunicar señales entre individuos de diferentes especies, señales que pueden ser del tipo "estoy fuerte, no me comas", o "aquí huele a almuerzo".

Bien, tras esta necesaria explicación, vuelvo al contenido del artículo, la transferencia tecnológica. Como esbocé al inicio, la innovación puede surgir por dos vías, mediante inventos o descubrimientos revolucionarios, sin apenas antecedentes, que producen verdaderos cambios en la sociedad (como la corriente alterna de Nikola Tesla), pero esta vía está reservada para las grandes mentes sobre las que se escriben los libros de historia. La otra vía, mucho más prosaica, es la de responder a una demanda social, a cubrir una necesidad demandada por el mercado. En mi caso, la demanda surgió tras la plaga de *Tomicus destruens* de 1995, y surgió de los gestores de gobierno regional

que se vieron desbordados ante el imparable avance del brote epidémico. Y demandaron a la Universidad de Murcia, concretamente a los profesionales de la Biología, ayuda para la resolución del problema. Pero en la Universidad no existían líneas de investigación que se acercaran ni siquiera remotamente al problema, y no se pudo dar respuesta, faltó el arrojo y quizás las ganas de abrir una línea de investigación nueva y aplicada. Yo era un recién licenciado intentando encontrar mi rumbo en el mundo de la entomología, cuando Miguel Angel Esteve, profesor del Departamento de Ecología y que posteriormente fue uno de mis directores de tesis me hizo en 1996 una recomendación que posteriormente marcaría mi vida profesional (y gran parte de la otra): “¿Por que no vas leyendo algo sobre escolítidos?”.

Y ese fue el comienzo de una carrera de fondo a la que aún no se le vislumbra la meta (¿habrá meta?). En 1998, tras la lectura de la mayor parte de la bibliografía publicada sobre este género y consulta a especialistas internacionales, gestamos un primer proyecto de investigación que tenía por objetivo el dotar de una herramienta de captura masiva de ejemplares de *Tomicus*, basada en semioquímicos, a efectos prácticos, una trampa dotada de atrayentes eficaces.. Y he dicho *Tomicus*, y no *Tomicus destruens*, porque en 1998 aún no se tenía claro que especie era la que había causado daño en Murcia. En efecto, el género *Tomicus* está formado por ocho especies de taxonomía muy complicada (son prácticamente iguales, y muchos caracteres no son constantes), tal es así que dos de esas especies se han descrito después de 2008. Y tuve que recurrir a la biología molecular, al ADN para intentar averiguar de que especie se trataba, lo que me llevó a conocer a José Galián, del Departamento de Zoología y Antropología Física, quien sería mi futuro codirector de tesis. Y comenzamos la carrera de fondo. En 1999 comenzamos los primeros trabajos de campo en el Parque Regional de Sierra Espuña. En 2000 se consiguió liberar la financiación para el proyecto, con forma de Convenio de Colaboración entre la Consejería de Medio Ambiente y el Departamento de Zoología y Antropología Física, con fondos que cubrían exclusivamente la contratación de un único becario, yo. Comenzamos, mi novia entonces, Sandra Sabah (posteriormente mi esposa y madre de mis dos hijos) y yo, en nuestra casa, con nuestras herramientas y el material comprado con nosotros a montar los primeros modelos de trampas y dispensadores de atrayentes con los que conseguimos las primeras capturas, apenas una decena de *Tomicus*, aunque nos sorprendió el considerable número de otras especies de insectos forestales que se capturaban. En 2001 publicamos el artículo en *Insect Molecular Biology* en el que se confirmaba la entidad de *Tomicus destruens* como especie. Este artículo tuvo su importancia en la entomología forestal del mediterráneo, tanto básica como aplicada, y permitió el inicio de las metodologías encaminadas al control poblacional de esta especie, distinta a otras especies más centroeuropeas (se ha citado en 40 trabajos científicos desde su publi-

cación). En 2001 probamos una evolución del modelo inicial de trampa, con materiales más resistentes, lo que permitió dotarla de mayor tamaño. Al igual que el modelo de 2000, el montaje fue totalmente artesanal y ejecutado en nuestro domicilio particular, ya que el Departamento de Zoología y Antropología Física carecía de instalaciones y herramientas para ello. Además se incorporaron nuevos dispensadores, fabricados en vidrio, también por nosotros. Con estos nuevos dispositivos las capturas se multiplicaron por cuatro, tanto en ejemplares de la especie diana, como de otras especies, aumentando además el espectro de capturas. De hecho, los primeros ejemplares de *Monochamus galloprovincialis* (vector del tristemente famoso nematodo del pino) fueron capturados en estas trampas y con esos atrayentes, pero de ello hablaremos posteriormente. En 2000 leí mi tesina de licenciatura sobre *Tomicus destruens*.

Los resultados de capturas se difundieron en reuniones y congresos durante 2002, despertando el interés entre gestores de espacios forestales. De este modo, en 2003 recibimos dos encargos de trampas y atrayentes para el control poblacional de *Tomicus destruens*, desde una institución pública y otra privada. En ese momento nos dimos cuenta que el proceso de innovación que habíamos iniciado necesitaba del concurso de otros agentes distintos a la Universidad. Ese primer pedido de apenas 40 trampas debían fabricarse con un proceso de manufactura menos artesanal, que mejorara el acabado y aumentara la resistencia del producto final. No he contado que la trampa se basaba en un concepto muy simple, la colocación de unas lámina cruzadas sobre un embudo, de modo que, los insectos atraídos por el atrayente, chocaran contra la lámina y cayeran al embudo, y del embudo a un tarro de capturas colocado bajo el mismo. El tarro debía ser capaz de retener los insectos, que morían ahogados en propilenglicol puro, un conservate excelente y prácticamente inocuo. Por otro lado, los atrayentes eran dos semioquímicos, uno de ellos el principal componente de la resina, el monoterpeno a-pineno, y otro compuesto indicador de debilidad, el etanol. Es decir, se imitaba el bouquet de un pino debilitado.

La búsqueda de proveedores resultó un verdadero problema para el que no estaba preparado ni el investigador ni el departamento. Aquellos materiales resultaron muy caros y a la par poco adecuados para su finalidad. Se incorporó un bastidor rígido de acero inoxidable con funciones de sosten, pero sólo conseguimos dificultar el embalaje que aumentó aún mas los costes, de manera que tuvimos que aportar dinero de nuestro bolsillo para cubrir el sobrecosto. Pero lo peor llegó de Baleares, cuando nos notificaron que las láminas se habían roto de forma generalizada, de modo que tuvimos que reponerlas, lo que aumentó aún más la aportación de nuestro bolsillo. Las láminas transparentes que nos facilitó el proveedor estaban constituidas por un material demasiado quebradizo, que no resistía los vientos baleares. Aún así se

podieron capturar varios centenares de *Tomicus destruens*, por lo que en términos prácticos la empresa tuvo cierto éxito, era el mayor número de capturas de esta especie registrada en trampas hasta el momento. Y podíamos decir que habíamos pagado un curso de práctica empresarial y manufacturera. Efectivamente aprendimos que nuestra función, o lo que mejor sabíamos hacer, era la investigación, pero que para esa segunda parte de innovación, en la que un producto se incorpora al mercado eramos un completo fracaso.

En 2004 publicamos un artículo en *Journal of Biogeography* en el que demostraba que *Tomicus destruens* es la especie predominante en la península Ibérica (artículo que ha sido citado 30 veces desde su publicación). Estos resultados ampliaban mucho nuestro campo de acción, ya que problemas que tradicionalmente se habían asociado a otras especies del género, habían sido causados por nuestra especie diana. Ese mismo año recibimos un encargo desde la Universidad de Castilla-La Mancha, relacionado con una funcionalidad emergente de nuestras trampas y atrayentes: el amplio espectro de especies de insectos forestales que se capturaban, algo no conseguido nunca hasta el momento. Teníamos a nuestra disposición un nuevo sistema para estudios de biodiversidad entomológica forestal. Parecía como si el bouquet de pino debilitado fuera un atractor casi universal de los insectos del bosque. Pero todo podía mejorarse.

La incorporación al equipo de Jose Luis Lencina, quizás el mejor entomólogo y naturalista de la Región de Murcia, que, con su enorme experiencia, aportó nuevas ideas que culminaron en el montaje de un nuevo modelo mejorado de trampa que incorporaba importantes modificaciones. Se eliminaron las estructuras rígidas de sostén y el consiguiente efecto vela, sustituyendo el bastidor rígido por uno flexible de cables de acero. También se sustituyeron las láminas de PVC transparente por láminas de PVC negro, mucho más grueso y armado con una trama de fibra de vidrio. El sostén del tarro de capturas se consiguió mediante anclajes metálicos roscados, una forma más sencilla, rápida y económica que el anterior sistema de deformación del plástico. Además volvimos a la construcción y montaje artesanal, de nuevo en nuestro domicilio particular, de modo que pudimos controlar la calidad de todo el proceso. El resultado final fueron 40 trampas mucho más resistentes y de fácil embalaje y un mucho mejor acabado final. Además las láminas negras mejoraron mucho su funcionalidad, ya que una forma vertical oscura, que huele a árbol debilitado, para un insecto forestal es el fuste de un árbol debilitado y por lo tanto un objetivo al que dirigirse. Paralelamente se incorporaron nuevos modelos de dispensador de atrayentes, que permitían un mucho mejor control de emisiones de los compuestos. El producto final resultó excelente y fue probado con gran éxito en campo, en estudios propios, durante los años 2004, 2005 y 2006, en el que las trampas soportaron condiciones de intemperie en

continuo durante meses.

Pero como he dicho anteriormente, todo se puede mejorar, de modo que a nuestros atrayentes añadimos otro dispensador, este comercial, que liberaba componentes feromonales de un grupo particular de escolítidos, los ipinos. Al añadir este componente al bouquet de pino debilitado, se añadió un nuevo mensaje químico más: la señal de que ese árbol "virtual" no solo estaba débil, sino que además ya estaba atacado por escolítidos ipinos. Con ello se amplió aún más el abanico de especies capturadas, ya que no solo se atraía a comedores de floema (floemofagos como los barrenillos) y comedores de madera (xilófagos), sino también a sus depredadores, parasitoides y depredadores facultativos (especies floemo-xilófagas, pero que tienen más éxito comiendo floema con larvas de barrenillo, ya que el conjunto es mucho más nutritivo). De ese modo, en aquellos años llegamos a capturar 215 especies de insectos forestales, siendo la cuarta parte de estas nuevas citas para la Región de Murcia, demostrando que habíamos diseñado una nueva y potente herramienta para estudios de biodiversidad entomológica forestal. A finales de 2006 leí mi tesis doctoral sobre *Tomicus destruens*, como no.

Tras comunicar estos resultados comenzaron a llegar peticiones de organismos públicos y universidades para probar nuestros dispositivos, tanto para el control poblacional de *Tomicus destruens*, como para las primeras capturas del vector del nematodo del pino, *Monochamus galloprovincialis*. En 2007 obtuve una plaza de profesor asociado a tiempo parcial (3+3) en el Departamento de Zoología y Antropología Física, y aunque ese tipo de plazas no contempla tiempo de investigación (solo docencia y tutorías), la Universidad permite el desarrollo de la investigación fuera de ese tiempo, es decir, gratis.

Durante 2007 y 2008 los dispensadores fueron sufriendo mejoras, gracias al apoyo económico del profesor Juan Pajares, de la Universidad de Valladolid, a través de un proyecto de investigación financiado por la CICYT, en el que no pude participar oficialmente pero fui parte en su gestación y desarrollo. Entonces llegó el momento que se planteó en proteger los resultados para buscar un fabricante interesado, ya que estaba creándose una incipiente demanda de nuestras invenciones. Tras contactar con la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad de Murcia y evaluar la novedad y las posibilidades de protección de la invención, se decidió proteger los dos dispositivos atrayentes y la trampa con el formato de tres modelos de utilidad independientes, ya que podían utilizarse por separado. Un modelo de utilidad es como el hermano pequeño de la patente, al que se le asocia un grado de invención algo menor que esta. A efectos prácticos, el procedimiento de protección de estos modelos es algo más barato que el de una patente, y por eso se opta por ellos de forma frecuente.

En 2008 se publicaron los modelos de utilidad de los dispensadores de atrayentes ante la Oficina Española de Patentes y Marcas, y en 2009 el modelo de utilidad de la trampa. En 2008, justo después de solicitar los modelos de utilidad se publicó un artículo en *Journal of Applied Entomology* en el que se divulgaron los resultados relativos a las mezclas de semioquímicos con atractividad óptima para *Tomiscus destruens* (el artículo ha recibido 6 citas desde su publicación). Y es que esta es la secuencia temporal que debe seguir un científico si quiere proteger intelectualmente un producto y divulgar los resultados: la solicitud de protección debe ser anterior a la publicación, ya que es la única manera de asegurar la novedad de la invención, y en la publicación debería citarse que se trata de un producto pendiente de protección intelectual (el famoso patent pendant).

En 2009, una empresa murciana, Sanidad Agrícola Econex S.L., dentro de su línea de innovación constante, contactó conmigo como profesor responsable de la línea de investigación de entomología forestal aplicada. Esta empresa estaba interesada en productos innovadores en este campo. Tras las primeras reuniones vimos que podría desarrollarse una importante sinergia entre la línea de investigación y la empresa, que en ese momento había decidido apostar aún más fuertemente por la innovación. Iniciamos entonces un largo proceso de negociación entre ambas partes, con la participación de la OTRI de la Universidad de Murcia, que culminó con la firma de un proyecto de investigación en el marco de un importante proyecto CDTI. El Centro para el Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) es una Entidad Pública Empresarial, dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, que tiene como finalidad promover la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas españolas. Esta entidad canaliza las solicitudes de financiación y apoyo a los proyectos de I+D+i de empresas españolas, mediante líneas de crédito preferenciales. Es decir CDTI financia proyectos de investigación que generen innovación entre empresas y centros de investigación y universidades, mediante préstamos (a 0 % de interés), con una pequeña parte a fondo perdido. También gestiona líneas de crédito preferencial (a intereses por debajo de los de mercado) para las inversiones en activos tecnológicos (maquinaria básicamente) encuadradas en el proyecto. A fin de cuentas es un préstamo que hay que devolver, con unos intereses preferenciales, por lo que la innovación resulta una aventura para las empresas, que puede volverse arriesgada si no encajan bien los funcionamientos de todas las partes (grupo de investigación – OTRI – Empresa).

El proyecto comenzó por fin en 2010, e implicó la compra de la licencia de los modelos de utilidad de las trampas y los atrayentes. Rápidamente se produjo una mejora en el diseño industrial de los modelos, lo que permitió su puesta en mercado a los pocos meses, bajo el nombre comercial de Crosstrap. En la Figura 2 puede observarse todo el proceso evolutivo

de los diseños de trampa hasta el modelo comercial. Desde el primer momento se estableció un excelente clima de trabajo y confianza mutua entre la empresa y el grupo de investigación, que contrató personal especializado para la ejecución del proyecto. Antes de junio de 2011 se generaron dos patentes conjuntas entre la empresa y la UMU, de nuevas trampas y dispensadores. Se han venido aplicando técnicas electroantegráficas, de ecología química, de registro automático de imagen y experimentos de campo para obtener productos finales que están permitiendo a la empresa posicionarse preferencialmente, a nivel internacional, en el sector. Para el grupo de investigación, y concretamente la línea de entomología forestal aplicaba que yo dirigía, estaba significando un ingente caudal de nuevos conocimientos y estímulos para el manejo de nuevas tecnologías. Las trampas han demostrado una alta multifuncionalidad, registrando elevados niveles de capturas para otras especies de interés como el vector del nematodo del pino, *Monochamus galloprovincialis*, y el picudo rojo, *Rhynchophorus ferrugineus*.

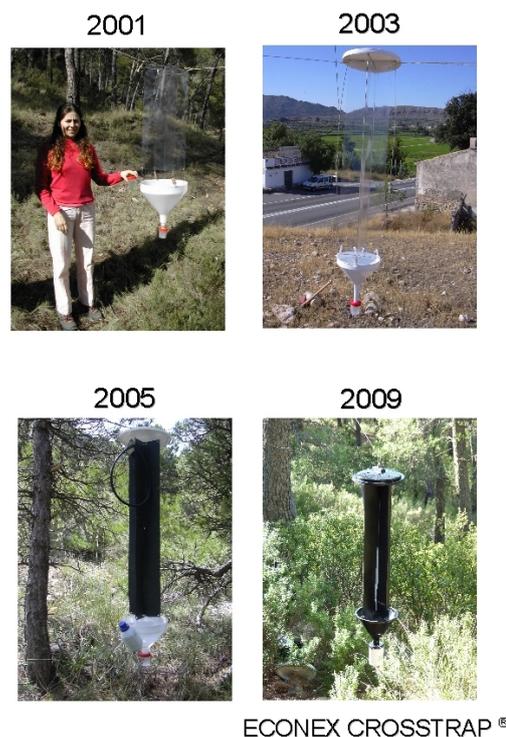


Figura 2: Evolución del diseño de la trampa, desde los modelos iniciales (arriba izquierda) hasta el modelo final comercializado (abajo derecha). Fotografía superior izquierda realizada por M. Balsalobre, el resto de imágenes del autor.

Durante mi contrato como profesor asociado a tiempo parcial, entre noviembre de 2007 y diciembre de 2011, además de mi docencia (único concepto por el que me pagaban), dirigí o codirigí cuatro proyectos fin de carrera, una tesis de licenciatura y un proyecto fin de master y publiqué 10 artículos científicos (cuatro indexados). En ese periodo fui investigador responsable de nueve contratos de investigación

(pagados por empresas o otras instituciones, el más importante el CDTI), y cogeneré cinco patentes, todas en explotación. Y todo ello ha representado ingresos netos para la UMU (al margen de gastos del proyecto y costes indirectos, unos 11.400 euros netos), ya que yo no tenía adscrita a mi horario laboral ni una sola hora de tiempo para investigación. En ese tiempo fui evaluado positivamente para ser contratado como profesor contratado doctor y profesor ayudante doctor. Y en septiembre de 2011, la Universidad de Murcia me cesó en mi plaza mediante la no renovación de mi contrato de profesor asociado a tiempo parcial.

Y por fin tenemos el desenlace de la historia, al final muere el bueno (me permito el símil cinematográfico, aunque que ni soy bueno en casi nada, ni estoy muerto, de lo cual me alegro). En septiembre de 2011 no se renovó el contrato a unos 80 profesores asociados (desconozco el número exacto, pero yo fui uno de ellos) aplicando únicamente criterios docentes, de acuerdo con la Norma Complementaria al Acuerdo sobre Política de Plazas Docentes y Planificación de las Enseñanzas en Relación con la Oferta de los Títulos de Grado (Aprobado en Consejo de Gobierno de 12 de abril de 2011). En la práctica esto significó la primera oleada de despidos de personal contratado, tomando como referencia exclusivamente criterios docentes. La figura del profesor asociado a tiempo parcial es como un profesor de segunda categoría, se trata de una forma de pluriempleo (obligatoriamente debe trabajarse fuera de la Universidad) que en la modalidad 3+3 cierra toda posibilidad de promoción. Posiblemente sea el único empleo público en que los méritos profesionales no cuentan para nada, es imposible promocionarse, de modo que un 3+3 deberá seguir siempre siendo 3+3, si no lo echan antes. De este modo, todos los esfuerzos de investigación y transferencia tecnológica efectuada en la línea de investigación bajo mi dirección, y los contratos firmados con empresas no tuvieron ningún peso a la hora de la no renovación contractual. De hecho el Vicerrector de Investigación me explicó que los contratos estaban firmados con el Grupo de Investigación y no con un profesor en particular y que yo era totalmente prescindible, pero ¿y si las únicas personas capacita-

das para ejecutar los proyectos eran las personas que habían participado en la línea de investigación de entomología forestal aplicada que yo dirigía (además de mi mismo)? Pues efectivamente, las empresas e instituto de investigación que mantenía contratos activos a fecha de mi cese, mostraron una total disconformidad con mi despido. Y sobre todo la empresa firmante del CDTI, que se había embarcado en un importante proceso de inversión en innovación, vieron peligrar la viabilidad del proyecto y protestaron enérgicamente. En último término se consensuó una solución entre las partes de modo que yo continuara bajo la figura de “asesor científico”, de forma totalmente honoraria y sin ningún tipo de vínculo con la Universidad de Murcia, para que de facto continuara con la dirección científica del proyecto hasta el final del mismo mientras que la dirección “oficial” era asumida por un compañero del departamento que aceptó cargar con la responsabilidad. Y con este arreglo el proyecto ha continuado desarrollándose satisfactoriamente hasta el momento, más por la responsabilidad personal de los participantes que por la ayuda de los gestores de la Universidad de Murcia.

Y para concluir, espero haber demostrado que los biólogos, como cualquier otro científico experimental, es capaz de generar I+D+i, y que para ello no son necesarios grandes recursos económicos. La investigación aplicada debería contemplar siempre esa transferencia tecnológica de los resultados hacia la empresa ya que es la mejor forma esos resultados puedan ser útiles a la sociedad y no que duerman en un cajón, o en una base de datos. Al margen de mi experiencia personal y del que considero un tratamiento injusto por parte de la UMU hacia mi como profesional, animo a los investigadores a considerar que sus resultados pueden ser tecnológicamente transferidos, ya que esto puede significar una fuente de financiación ahora que nuestros gestores públicos han decidido cercenar el conocimiento para nacionalizar las pérdidas de entidades bancarias hundidas por la codicia de sus dirigentes. Contribuir a generar innovación es un ejercicio de responsabilidad científica especialmente necesaria en estos tiempos.