

## Enzimas microbianas: los pequeños obreros

### Clara Alarcon

La aparición de la agricultura fue uno de los acontecimientos más importantes en nuestra civilización. Dejar la caza y la pesca fue clave para que los nuevos agricultores, a lo largo de los siglos, lograsen sus mejores cosechas a base de la selección y manipulación de sus campos. Para muchos este *boom* fue el embrión de lo que hoy en día conocemos como la biotecnología moderna, que permite el desarrollo de nuevos y mejores productos, no sólo en la agricultura sino también en la industria alimentaria, médica y hasta medioambiental.

El Grupo de Enzimas Microbianas para Aplicaciones Industriales de la UB, dirigido por el Dr. Francisco Javier Pastor y la Dra. Pilar Díaz, pone nombre a uno de los equipos que hoy en día se dedican a la biotecnología moderna. Su objetivo principal es el de conocer, aislar y producir enzimas, en su caso **carbohidratasa**s y **lipasa**s, que consiguen de microorganismos. Estas enzimas que se encargan de romper carbohidratos y lípidos (grasa) respectivamente, tienen infinidad de aplicaciones, como por ejemplo en el blanqueo y reciclado del papel, en la producción de energías sostenibles, en la industria alimentaria y hasta como remedio para el acné.



Foto de los miembros del grupo de Enzimas Microbianas para Aplicaciones Industriales de izquierda a derecha: el Dr. Javier Pastor, la Dra. Pilar Díaz, Mai Nielsen, Belén Infazón, Amanda Fillat, Susana Valenzuela, Monica Estupiñán, Friket Uyar y Silvia Cesarini.

### Las carbohidratasa:s los obreros del azúcar

La posible utilización de carbohidratasa:s en la industria para optimizar los recursos y ahorrar en gastos, ha desembocado en la multiplicación de los grupos científicos dedicados a la biotecnología. ¿Pero qué son y qué hacen realmente las carbohidratasa:s? Son un tipo de enzimas y su función es conceptualmente muy simple: se encargan de romper los carbohidratos por sus enlaces. Como si fuese una cadena que se fragmenta y libera los

eslabones. En este caso los eslabones serían los azúcares sencillos y la cadena sería el carbohidrato. Estas son las biomoléculas más comunes en la biosfera y la capacidad que tienen las enzimas para degradarlas es lo que provoca tanto éxito comercial.

Existen muchas variedades de carbohidratos, según los azúcares sencillos que los compongan. Los más comunes son la celulosa, compuesta por moléculas de glucosa unidas en cadena y el xilano, este compuesto por residuos de xilosa. Las enzimas encargadas de romper la celulosa son las celulasas y las que acaban con las cadenas de xilano son las xilanas. Es a partir de aquí donde empieza el trabajo de los grupos de investigación, buscar estas enzimas, conocerlas y mejorarlas.

El grupo de investigación de la UB descubrió una bacteria, aun no identificada, en los arrozales del Delta del Ebro (Cataluña). El microorganismo se incubó y se dejó crecer en placas de agar enriquecidas con xilano, y se vio que era capaz de degradarlo. Después de varias comparaciones genéticas con demás especies y subespecies se concluyó que esta bacteria era una nueva especie de *Bacillus* y se bautizó con el nombre de *Paenibacillus barcinonensis*. Hacia este logro se dirigieron la mayoría de los trabajos de este grupo de biotecnología de la UB, que trabaja con esta recién descubierta bacteria que contiene cuatro xilanasas y tan sólo una de ellas, además, muestra actividad celulasa.

De esta bacteria se han querido aislar primero las xilanasas ya que al ser el xilano el componente más abundante en las paredes celulares de las plantas, es el perfecto candidato para la industria del blanqueo del papel. Para obtener esta actividad enzimática se hizo uso de la ingeniería genética. Se introdujo el gen que codificaba la principal xilanasas de *P. barcinonensis* (llamada XynA) en otro microorganismo, la bacteria *E.coli*, muy utilizada en estudios de biotecnología. De esta manera este *E.coli* recombinante para este nuevo gen era capaz de expresar la xilanasas de *P. barcinonensis*. A partir del aislamiento de la enzima, se le sometieron a condiciones similares a las de los procesos industriales, medios alcalinos y temperaturas altas. La enzima respondió a las exigencias de estas duras pruebas con éxito. Aunque por otro lado, la producción de esta enzima en *E.coli* fue insuficiente, siendo inadecuada para las altas demandas comerciales.

Las exigencias de las industrias son muy estrictas. Si el uso de la biotecnología es menos rentable que el uso de los clásicos químicos usados hasta el momento, seguramente la elección del empresario será seguir con sus tratamientos habituales. Por eso, la faena de la comunidad científica consiste en crear unas enzimas, en este caso xilanasas, eficaces. El grupo de investigación de la UB, en este sentido seleccionó una nueva xilanasas de *P. barcinonensis*, y a través de la ingeniería genética, modificaron el gen que codificaba la xilanasas en cuestión, a través de lo que se llama, la evolución dirigida. Esta técnica quiere reproducir a escala de laboratorio el proceso de evolución que seguiría una proteína para llegar al *cum laude* de su potencial. En este caso se utilizaron dos técnicas: la del *DNA shuffling*, que consiste en cortar el ADN en trozos y después unirlos al azar, como si fuesen



Como piezas de *Lego*, el ADN se puede desmontar para conseguir una nueva forma.

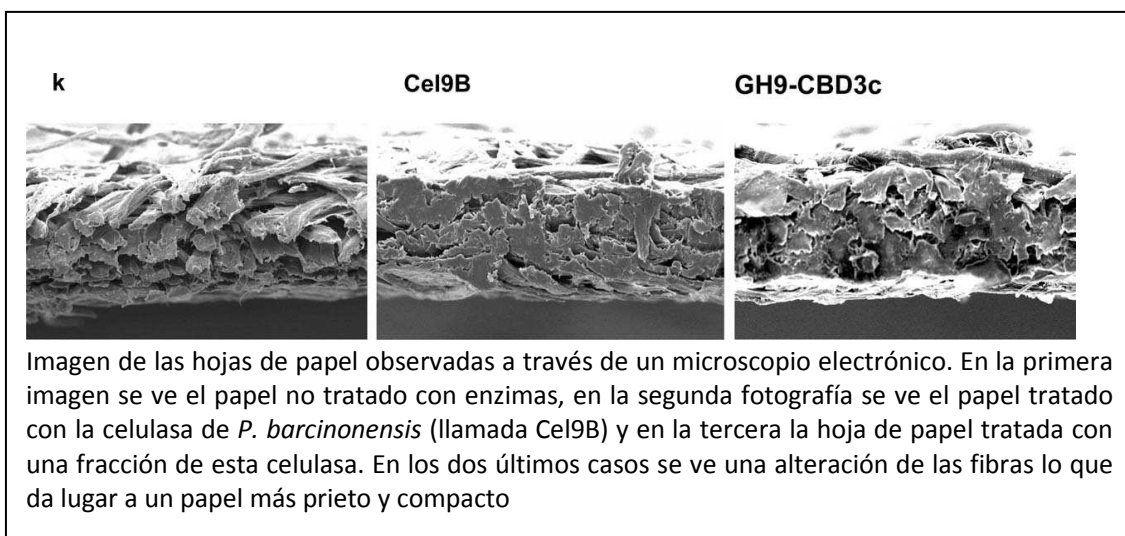
piezas de *Lego*. Y la de *error prone PCR*, que consiste añadir una proteína que tiene la capacidad de producir errores al azar en la secuencia del ADN. A través de estos dos métodos, se introdujeron cambios en la secuencia de ADN inicial que en algunos casos dieron lugar a mejoras. Sobretudo, en aquellos que afectaban a residuos de la superficie de la proteína dándole estabilidad frente a temperaturas altas o pH alcalinos.

Pero, para realmente conocer el efecto de las xilanasas en el proceso del blanqueado de papel, se evaluó el efecto de varias familias de xilanasas sobre la pulpa de eucalipto, un árbol de madera dura con alto contenido en xilanos. En este proceso, las xilanasas, que son uno de los principales implicados en la rotura del xilano, rompen los xilanos de la superficie que contienen las fibras de celulosa; esto provoca que los elementos químicos con acción blanqueante (como el dióxido de cloro y el peróxido de hidrógeno) hagan mejor su función y en menor cantidad, hecho que favorece que se liberen menos contaminantes durante este proceso. Además, con estos experimentos, se vio que la adición de dos familias de xilanasas a la vez tenía un efecto sinérgico para el blanqueamiento. Y también se vio una disminución en el contenido de los llamados ácidos hexeneurónicos, principales responsables del envejecimiento y amarilleamiento del papel por el transcurso de los años. Es por todos estos resultados, que las xilanasas son unas excelentes candidatas para prosperar en esta industria.

### Las celulasas: los obreros de la celulosa

Aprovechando el filón de la polifacética *P. barcinonensis*, también se estudió su actividad celulasa. En este caso, se hizo un estricto estudio de sus fracciones. Las enzimas y, por tanto, las celulasas son proteínas, éstas suelen estar formadas por diferentes fragmentos y a cada uno de estos les corresponde una función diferente. Las celulasas contienen unos dominios principales: el catalítico que da lugar a la acción o rotura de la celulosa y el dominio que se une y reconoce a la celulosa, y otros dominios accesorios. Mediante la ingeniería genética se generaron celulasas con combinaciones varias de estos fragmentos para averiguar cuáles desempeñaban el principal papel en el fenómeno de rotura de la celulosa.

La composición que dio un mejor resultado en la rotura de la esta fibra fue la formada por el dominio catalítico únicamente. Se comprobó su utilidad a través de su aplicación en la industria papelera, que en este caso no fue para el blanqueado de estos sino para el refinado, proceso que da consistencia y fortaleza al papel.



## Y también para elaborar cerveza

En la elaboración de la cerveza, la bebida alcohólica más popular y más antigua, también pueden intervenir las carbohidratasas. En este caso, en los cereales se encuentran unos carbohidratos formados por cadenas largas de glucosas que se unen entre ellas por dos tipos de enlaces diferentes; es por eso que en lugar de ser celulosa (polisacárido también compuesto por glucosas) se les llaman glucanos mixtos.

Los carbohidratos de estos cereales, al romperse a través de las enzimas que se añaden, ayudan al proceso de filtrado de la cerveza, cuando se separa el mosto del grano sobrante y además ayudan a reducir la espuma. La adición de estas enzimas parece que también consigue reforzar y mejorar el sabor de la cerveza.



Malta

Además de el estudio de estas enzimas para posibles aplicaciones industriales, la comunidad científica que trabaja en este campo, también le da importancia a la clasificación de estas enzimas a través de sus genes y sus propiedades. La revelación de relaciones familiares entre ellas es muy importante para deducir que camino ha ido siguiendo la evolución de los microorganismos.

En uno de los trabajos desarrollados por el Grupo de Enzimología de la UB, se caracterizó una de las enzimas que se encargaba de romper los glucanos mixtos, los carbohidratos de los cereales. La enzima, también llamada lichenasa, se aisló de la bacteria *Stachybotrys atra* y a través de varios experimentos se vio como la lichenasa tenía preferencia para romper los glucanos mixtos, y además, se conocieron sus preferencias ambientales (pH, temperatura) y algunas de sus características genéticas.

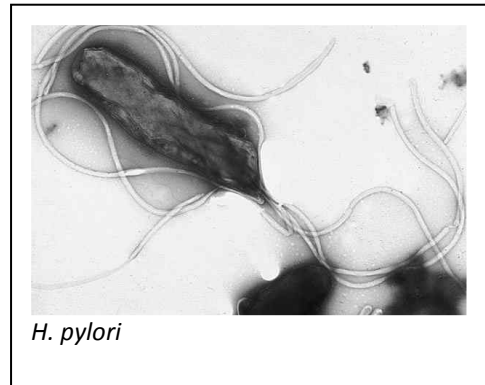
## Las lipasas: los obreros de las grasas

Similares en funcionalidad a las carbohidratasas, las lipasas son enzimas que se encargan de fragmentar los lípidos. Los microorganismos que incluyen las lipasas entre sus cargas enzimáticas, las utilizan mayoritariamente para colonizar nuestro cuerpo y así provocarnos enfermedades tales como el acné o las úlceras gástricas. Aunque pueden ser elementos potencialmente patogénicos, son enzimas con perspectivas para su utilización en la industria alimentaria, de detergentes o de biodiesel, entre otras. Pero actualmente también son dianas para posibles tratamientos contra enfermedades que provocan ellas. La inhibición de estas enzimas para evitar daños en nuestro organismo, además de servir como nuevas terapias, también se utiliza para conocer y caracterizar el funcionamiento de estas enzimas.

En el Grupo de Enzimas Microbianas para Aplicaciones Industriales de la UB, se trabajaron con diferentes lipasas de diferentes bacterias para conocer su funcionamiento, sus propiedades y catalogarlas en familias, además de valorar la eficiencia de los inhibidores, que en este caso fueron unos elementos químicos que producen las plantas.

Una de las lipasas que se estudió fue la de *Propionibacterium acnes*, uno de los principales enzimas responsables de la virulencia de la bacteria. Este microorganismo suele habitar en los folículos sebáceos de la piel humana y en un 80% acaba provocando lo que conocemos como el acné. La lipasa que utiliza la bacteria para romper el sebo es lo que provoca la inflamación y la irritación conocidos como los signos más comunes de esta enfermedad.

Para estudiar de cerca e in Vitro esta enzima, se aisló de su bacteria de origen y se clonó en *E. coli*, hecho éste que facilitó la caracterización de la lipasa, así como la administración de inhibidores de esta como terapia contra el acné. Los candidatos propuestos para frenar la actuación perjudicial de la lipasa fueron los elementos químicos que producían las plantas como por ejemplo; las saponinas, flavonoides y alcaloides. En su mayoría mostraron resultados prometedores por su baja toxicidad y fuerte potencial sosegador.



Otra de las lipasas que se estudió fue la llamada esterasa de *Helicobacter pylori*. Esta bacteria coloniza el estómago y es una de las responsables de la aparición de las úlceras gástricas, y la lipasa parece ser que tiene una parte de protagonismo en el desarrollo de la enfermedad ya que parece que debilita la capa protectora del estómago haciéndola más sensible a los ácidos gástricos que se encuentran en el interior.

Para su estudio, también se aisló el gen de la esterasa en otra bacteria y se la presentó a sus potenciales inhibidores, los mismos que se utilizaron para el tratamiento contra el acné. En este caso, los resultados fueron poco precisos; en algunos casos se vio una clara inhibición de la enzima, aunque en otros casos, al contrario, se observó una activación.

Parece que la observación de estos metabolitos “inhibidores” frente a las lipasas ha sido reveladora tanto de nuevas como de falsas teorías. Aun son uno de los candidatos como posibles terapias para estas enfermedades; pero en la ciencia, las aplicaciones generales no suelen funcionar y es por eso que la investigación de numerosos grupos de investigación trabajan para dilucidar todos los detalles.

## Nuevas familias

Hay infinidad de bacterias y cada una tiene sus propias enzimas. Con motivo del aumento en la demanda de estas para la biotecnología, hay numerosos investigadores dedicados a buscar nuevas enzimas en la población microbiana que cumplan los requisitos para su aplicación en la industria. Es por esta creciente corriente que el grupo de investigación de la UB aisló una lipasa de una cepa de *Rhodococcus* del subtrópico, se comparó genéticamente con otras lipasas y se concluyó que no pertenecía a ninguna familia anterior y por lo tanto se clasificó en una nueva familia de lipasas, llamada familia X.

## Conclusiones

Después de haber leído y conocer un poco como funciona el mundo de la biotecnología, la ingeniería genética y el uso y manipulación de las bacterias y enzimas a antojo de la comunidad científica (aun con limitaciones), es imposible trazar los límites de esta cantera aun sin agotar. Podríamos decir que se trabaja a tientas para encontrar nuevas propiedades de estos pequeños obreros, para que se conviertan en autómatas capaces de revolucionar el funcionamiento de las industrias y alejarnos de las fábricas de los tiempos modernos. Pero detrás de esta comunidad científica, existe un historial de trabajos que difumina esta idea del azar. El continuo descubrimiento de nuevas bacterias, nuevas enzimas y familias y la mejora de estas a través de las manipulaciones genéticas, requiere del constante trabajo y dedicación de muchos grupos de investigación que intentan conseguir la mejora e innovación de los ya envejecidos métodos industriales para así también evitar, en la medida de lo posible, masivas contaminaciones ambientales.

Y seguramente, en estos microorganismos, por los cuales muchos de nosotros sentimos temor o hasta ciertos episodios de pánico, ante la sola idea de su presencia, sean claves para un desarrollo indeterminado de la ciencia.

## Trabajos externos

El uso de las enzimas como elementos integrados en los procesos industriales, es uno de los campos científicos más en auge debido a su vertiente comercial. Es por eso que existen muchos grupos de investigación dedicados a este campo. El grupo de enzimas microbianos de la UB se dedica a ello, aunque externos a ella, hay varios grupos nacionales dedicados a esta rama de la biotecnología.

En este caso nos hemos fijado en el trabajo desarrollado por el grupo Microbiología y Parasitología de la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid) que, dirigido por la Dra. María Enriqueta Arias, estudia los enzimas microbianos y sus aplicaciones industriales. En los últimos años nos aseguran que han tratado más el tema de la industria del papel con una enzima llamada lacasa y también han utilizado métodos mecánicos para el pasteado del papel, como la pirolisis o el uso de diferentes gradientes de temperatura. Aunque en estudios anteriores se han dedicado a estudiar otros enzimas como las hemicelulasas, xilanasas y manasas, todas ellas dianas de componentes vegetales.

Uno de sus estudios se enfocó también en la industria papelera. En este caso, el grupo de investigación de la Universidad de Alcalá de Henares quiso probar la eficiencia de la pulpa de la paja de trigo para fabricar el papel en lugar de la clásica madera. La hipótesis era que el trigo es un producto que se genera en exceso y que se acaba desaprovechando y, por lo tanto, convirtiéndolo en un potencial fabricante de papel se evitarían gran parte de las pérdidas.

La enzima protagonista en este proceso era la lacasa que se encargaba de digerir la lignina de la paja de trigo y así obtener puramente las fibras vegetales (pulpa) aptas para la fabricación del papel. La encargada de fabricar esta enzima era un microorganismo, *Streptomyces cyanes*.

Como en todo experimento científico se hizo un control, la paja sin la enzima y la paja con la enzima. Como resultados positivos se vio que ante la presencia de la lacasa, había un aumento en la fuerza del papel aunque también se observaron defectos en las propiedades mecánicas de este.



Señal de contaminación

Además de los estudios para la aplicación de las lacasas en la industria papelera, se vio como estas enzimas con muy baja especificidad podían atacar y oxidar a un amplio rango de componentes fenólicos, tóxicos producidos en la elaboración de tintes industriales. Es por eso que este grupo de investigación en Madrid comprobó su capacidad para eliminar la toxicidad de los tintes utilizados en la industria textil. Para así evitar posibles contaminaciones ambientales y hasta problemas de salud. Se aisló el gen codificante para esta enzima de la bacteria *Streptomyces ipomonea* y se clonó en otro microorganismo para producirlo en grandes cantidades.

Los resultados mostraron que la lacasa alcanzaba su máximo potencial cuando el pH era básico, y además, dependía profundamente de la estructura de la molécula que estaba degradando. Así como también se vio que la degradación de los tintes textiles se daba con una gran eficiencia cuando se añadían componentes fenólicos previamente con un resultado directo que daba lugar a la decoloración del tinte, mientras también se evaluaron los efectos tóxicos de los productos derivados de la degradación de los tintes resultando estos inocuos.

## Entrevista al Dr. Francisco I. Javier Pastor

**Estudió Biología en la Universidad de Valencia debido a su ferviente motivación por los temas medioambientales. Allí descubrió su pasión por la Bioquímica de mano de uno de sus profesores. Paso dos años en Estados Unidos. Y acabó dirigiendo el grupo de Enzimas Microbianas de la UB.**



**Clara Alarcón: ¿Qué fue lo que le llevó a interesarse por la Biología?**

**Francisco I. Javier Pastor:** Cuando yo me decidí a estudiar una carrera, una licenciatura, en el año 73, estaba muy de actualidad el tema de la contaminación. Estábamos en una España todavía en vías de desarrollo o subdesarrollada, como quieras llamarla. Y un aspecto que tenía mucho interés en aquella época, con noticias diarias en los medios de comunicación, era el de la contaminación. Las empresas que tiraban los residuos, los efluentes sin depurar a los ríos, los cauces públicos, al mar o en descampados etc. Entonces me pareció que la biología podía ayudar. Los estudios en biología podían, de alguna forma, contrarrestar el impacto ambiental de la actividad humana, de la industria en general. En esta temática; industria y contaminación, me motivaba estudiar como la biología podía ayudar a que la industria no contaminara.

**C.A: ¿ Cómo acabó en un grupo de Enzimas Microbianas?**

**J.P:** La biología me gustaba, me gustaban todas sus materias, pero sobretodo el concepto más molecular, la bioquímica y la genética. Cuando acabé la carrera tenía un profesor de bioquímica, Ricardo Flores, muy bueno que me orientó hacia a la investigación. Lo que ocurre, que por motivos diversos, al final acabé en un departamento de Microbiología no de Bioquímica; pero claro, la Microbiología es una ciencia amplia y la Bioquímica Microbiana es en definitiva Microbiología. Y teniendo en cuenta que los avances más importantes en Bioquímica se han hecho con microorganismos, me era indiferente hacer la tesis en un departamento de bioquímica que en un departamento de Microbiología, porque al fin y al cabo las herramientas y objetos de estudio eran los mismos, la Bioquímica de unos seres que eran microbios.

**C.A: ¿Cuál fue el embrión de este grupo de investigación?**

**J.P:** En el contexto de mi preocupación por el impacto ambiental de la actividad humana, estudiando y leyendo es cuando conocí o me di cuenta de que, a parte de aplicar los conocimientos de biología para depurar residuos, también puedes aplicarlos para prevenir la formación de los residuos. Entonces es cuando me empecé a interesar por las tecnologías sostenibles. ¿Cómo pueden las enzimas contribuir a disminuir la



contaminación? La fabricación de papel, por ejemplo, genera una gran cantidad de contaminantes en el proceso del blanqueo de la pasta de papel con blanqueantes químicos. Resulta que hace tiempo se ha visto que al blanqueante químico le puedes ayudar con enzimas, de forma que blanquea más fácilmente, con menos dosis, y genera menos contaminantes. Por tanto, cuando empecé a conocer estas posibilidades era cuando más me interesé porque casi todas las enzimas que se utilizan en la industria son microbianas. Simplemente porque son más fáciles de producir, cultivar y manipular. Era un tema de investigación que encajaba perfectamente en mi formación científica, bioquímico de microbios y en mis intereses científicos; la prevención de la contaminación, que es una área muy interesante en la que aún hay innumerables aspectos y temas por investigar, por aclarar.

***C.A: ¿Cómo fueron los inicios del grupo de Enzimas microbianas de la UB?***

***J.P:*** Empecé buscando microbios que fueran capaces de degradar polímeros naturales. En el papel hay celulosa, hay xilano y hay lignina. La degradación enzimática de la lignina es algo muy reciente. Pero en aquella época, principios de los 90, la degradación de la celulosa se conocía relativamente bien y la del xilano se empezaba a estudiar con profundidad. Por lo tanto, lo primero fue buscar microbios de ambientes naturales, aquí en Catalunya, en el Delta del Ebro, que fueran capaces de degradar la celulosa o el xilano. Aislamos varios microbios y elegimos uno, el más potente, el más interesante. Empezamos a estudiar sus enzimas, y vimos que las xilanasas de este microbio eran diferentes a las descritas. Probamos una de estas xilanasas en el blanqueo de la pasta de papel de eucalipto (la madera más utilizada en la industria papelera española) y funcionó bien. Esto nos dio animo para seguir por este camino y estudiar la biología molecular de estas enzimas.

***C.A: ¿Cuál consideras que ha sido el mayor logro de este grupo de investigación?***

***J.P:*** Entre los mayores logros está el haber identificado y desarrollado nuevas xilanasas para biotecnología, tanto para el papel como para, en general, los materiales lignocelulósicos. Actualmente el punto de vista del científico vuelve otra vez hacia la pared celular vegetal, sobre todo la celulosa. El bioetanol del futuro tendrá que ser a partir de restos agrícolas sin valor alimenticio. No bioetanol a partir del almidón o de azúcar que compite con alimentos, no, ese no. Sí bioetanol a partir de restos sin valor nutricional, que son las fibras vegetales, la celulosa y el xilano. Otro aspecto a destacar es el estudio de enzimas transformadoras de lípidos y grasas. Estas enzimas tienen multitud de aplicaciones biotecnológicas. Entre otros aspectos estamos desarrollando lipasas para la obtención de biodiesel a partir de residuos de la industria alimentaria. Tanto la obtención de bioetanol como biodiesel son temáticas de gran actualidad e interés socioeconómico.

Aunque sí, considero que uno de los logros es haber aislado una nueva especie bacteriana a partir de arrozales del Delta del Ebro. No es sólo una nueva especie de microorganismo, sino que es un potente xilanolítico, del cual se obtienen una gran cantidad de enzimas que han sido ensayados en procesos industriales, de papel, sobre todo, y funcionan perfectamente, de una forma similar a otras enzimas comerciales o

incluso a veces superior. Y esa bacteria nueva la hemos denominado *Paenibacillus barcinonensis*, el nombre latino de Barcelona, en honor a la ciudad donde se ha formado y trabaja el grupo de investigación

**C.A: ¿Se están utilizando vuestras enzimas en la industria?**

**J.P:** No, el problema que tenemos es que, en este aspecto, competimos con las multinacionales de enzimas (Novozymes, Genencor, etc). Hay equipos industriales de I+D excelentemente equipados en recursos y personal que buscan enzimas para un uso concreto. Por ejemplo disminuir el uso de tal reactivo para tal tipo de pasta de papel. En aspectos muy punteros, que tengan mucho interés comercial, ahí es difícil poder competir con ellos. Pero lo que nos interesa es estudiar nuevas enzimas para aplicaciones donde no tengamos una competencia tan intensa del sector industrial. Por ejemplo, ahora estamos abordando el desarrollo de enzimas para valorizar la pasta kraft. La pasta kraft se utiliza para hacer papel, pero cada vez el papel tiene menos salida, se utilizan los ordenadores, los libros electrónicos... cada vez se gasta menos papel. Por lo tanto buscamos enzimas para modificar esta pasta kraft y darle una salida alternativa, para usos distintos a la fabricación de papel.

**C.A: ¿Por qué no sacáis al mercado vuestras enzimas?**

**J.P:** El problema más importante que tenemos es la elaboración de las patentes. En el sentido que hacer una patente supone habitualmente invertir mucho tiempo, mucha energía y que no se puede publicar nada hasta que la patente está solicitada. Pero la presión que tenemos en la universidad es por publicar no por patentar, no somos una empresa. Dada la burocracia y el trabajo que supone redactar una nueva patente y el poco retorno que podemos tener de esa patente, porque después la tiene que comprar alguna empresa, nosotros preferimos publicar. Pero una vez está publicado ya no es patentable, sin embargo hemos contribuido al conocimiento de la degradación de la biomasa, que es lo que nos interesa a nosotros.

**C.A: ¿Tendría ventajas el patentar en grupos de investigación como el vuestro? ¿Se debería promover?**

**J.P:** Requerimos más ayuda. Existe una oficina de patentes en la UB, pero más que las patentes, la investigación en la universidad requiere más ayuda global de técnicos, de técnicos para hacer experimentos, de técnicos burocráticos para liberar todo el papeleo que tiene que hacer el investigador. Esta ayuda técnica existe en las universidades extranjeras punteras a las que nos queremos parecer. Nosotros damos clases e investigamos, ya tenemos un hándicap, tenemos que repartir el tiempo entre investigación y docencia. Pero, a parte, toda la gestión de la investigación también la hacemos nosotros. En laboratorios de prestigio los aspectos burocráticos de la investigación, los experimentos de rutina, etc. los realizan técnicos. El científico se dedica a leer y a diseñar experimentos. Y a parte, la docencia quita mucho tiempo, pero no sólo por las horas de clase, sino por las horas de gestión que requiere, con la elaboración de los nuevos planes de estudio, los grados, la evaluación continuada, la reuniones de equipos docentes, etc. La jornada laboral la dedicas, más de la mitad, a aspectos puramente de burocracia y gestión.

**C.A: ¿Cómo está afectando la crisis económica a vuestro grupo de investigación?**

**J.P:** Todavía no hemos notado el efecto de la crisis, porque tuvimos la suerte de que nos concedieran el proyecto justo antes de empezar la crisis, y llevamos dos años. Y tenemos que renovar ahora, este invierno, entonces es cuando tememos se vea afectada la financiación del grupo.

**C.A: ¿Cómo crees que afectaría a la ciencia que esta crisis se alargara?**

**J.P:** No puedo hacer predicciones, ni adivinar cosas, yo espero que esta crisis se supere, que superemos este bache. Lo que puede pasar es que no concedan proyectos o becas y que tengamos que cerrar la investigación. Este es el peor de los casos. Montar un grupo de investigación es un trabajo muy arduo y difícil de empezar. En un grupo de investigación, los estudiantes se retroalimentan entre ellos, los veteranos enseñan las técnicas a los nuevos becarios, el aparataje está a punto, y el proyecto va más o menos solo. ¿Qué pasa si se cortan las becas y la investigación? No hay becarios y entonces se acabó la investigación. Si al cabo de un tiempo vuelve a haber financiación hay que empezar otra vez de nuevo, porque no hay gente formada. Para poder poner en marcha de nuevo un grupo de investigación pueden pasar años hasta poder llegar a los niveles actuales.

**C.A: ¿Cree que la solución está en los recortes?**

**J.P:** La forma de salir de la crisis, no es aumentar más la producción de productos baratos, se tienen que hacer productos tecnológicos con mayor valor en el mercado. Competir con la calidad y no con la cantidad. Obtener productos que tengan detrás ellos I+D, productos nuevos que puedan competir perfectamente con ventaja con los de otros países porque no tienen equivalente.

Y apostar por un futuro. Para que un país vaya adelante, se tiene que invertir en educación, en investigación y en I+D. Sin embargo se suele hacer lo contrario, recortar estos sectores que son fundamentales para que la economía crezca y sea competitiva.

**C.A: ¿La gente sabe lo que hacen grupos de investigación como el vuestro?**

**J.P:** Yo creo que no porque cuando alguien sabe que eres investigador, lo primero que te pregunta es cuantas cosas has descubierto. La gente de la calle piensa que todo investigador es un premio Nobel. Si todos los científicos lo fueran, el mundo estaría lleno de premios Nobel. Un investigador lo que hace es crear la base científica de un país. Poner un grano de arena en esta playa que es la ciencia, y gracias al trabajo de muchos investigadores como yo, surgen grandes avances tanto científicos como tecnológicos, grandes hallazgos.

## Entrevista a Susana Valenzuela

**Estudió Biotecnología en Chile sin saber muy bien donde se metía. Y ahora está encantada haciendo el doctorado en el grupo de Enzimas Microbianas del Dr. Javier Pastor y la Dra. Pilar Díaz en la UB. Su tesis está dedicada a una de las xilanasas de *P. barcinonensis*, que es una firme candidata para la industria del papel.**



### **Clara Alarcón: ¿Por qué empezaste a estudiar Biotecnología?**

**Susana Valenzuela:** La verdad es que cuando yo empecé tampoco era tan conocida la carrera. Ahora lo es un poquito más. Pero bueno tampoco es que supiera mucho, porque al final uno cuando se mete no sabe bien. Pero me llamaba la atención eso de trabajar en un laboratorio. Y yo estaba entre medicina... pero como el trato con el paciente no me llamaba mucho la atención, decidí estudiar una carrera que me permitiera ir directamente al laboratorio sin pasar por todo lo otro.

### **C.A: ¿ Te gustaría acabar dedicándote a la investigación?**

**S.V:** Yo, dedicarme a la investigación sí que me gustaría... a veces sí a veces no, depende del día. Pero es difícil ahora, porque no es que abunden las posibilidades para dedicarse a la investigación ya. O sea sí que se puede pero... hasta el doctorado puedes llegar pero para seguir avanzando ya es complicado. Pero bueno entonces ya sabes como es la investigación y entonces puede que ya te guste otra cosas. Tu puedes ir viendo tus posibilidades de salidas. Ahora también quizás me gustaría entrar en alguna empresa no solamente en investigación, sino de hacer alguna cosa más de desarrollo.

### **C.A: ¿Qué diferencia hay entre trabajar en una empresa y en un grupo de investigación?**

**S.V:** Se investiga pero no con la libertad con la que puedes investigar en la universidad. El hecho de que aquí el financiamiento sea estatal, te da la libertad de poder estudiar, no tienes que estar enfocado a que tu investigación sea algo rentable. En ese caso, que surgiera alguna cosa interesante pero de algún tipo de interés que a la empresa particular no le supusiera ganancias, no les interesa seguir. En cambio aquí, en la universidad, pues cada cosa que aparece que puede resultar interesante de alguna u otra manera, sí le puedes seguir la pista, es una cosa más independiente.

### **C.A: ¿Crees que es fundamental para la formación de un investigador marchar y conocer otros laboratorios?**

**S.V:** Yo soy chilena y ya marche. Allí ya estuve en un laboratorio porque por la carrera tenemos que hacer un trabajo de investigación. Entonces también trabajé en un laboratorio un par de años. Y ahora que estoy aquí sí que me gustaría seguir. Pero ahora mismo las posibilidades son bastante complicadas acá así que quizás tenemos que marchar.

**C.A: ¿Has notado el impacto de la crisis?**

**S.V:** Los fondos sí que han disminuido y drásticamente. Yo misma no lo he notado porque en este momento tengo la beca de doctorado, que la estoy terminando, pero en mis compañeras sí que lo veo.

**C.A: ¿Qué crees que puede acarrear a lo largo esta crisis?**

**S.V:** La verdad es que es una pena, porque básicamente lo que acarrea es que todos se van, al final es una gran inversión que se hace en formar a cada doctor porque a parte, tienes que subvencionar parte de su doctorado, la investigación y toda la formación que logras hacerle a esta persona pues la pierdes. Por ejemplo en nuestro caso, los 4 últimos casos, 3 se han tenido que ir y uno esta trabajando más o menos por debajo de lo que debería trabajar. Él cede pero por quedar-se aquí.

**C.A: ¿Te gusta trabajar en un laboratorio de Enzimas Microbianas?**

**S.V:** El tema de la Microbiología me gusta mucho y el tema medioambiental mucho más. Ahora con la crisis es lo que mas se ha recortado porque las cosas que hacen los procesos sostenibles, solamente tienen éxito si hay una presión legislativa que haga cambiar a la empresa sus protocolos habituales. Y claro, ahora con la crisis no les pueden exigir eso. Entonces las cosas de microbiología ambiental están en un segundo plano completamente.

**C.A: ¿Cómo se trabaja en el grupo del Dr. Javier Pastor y la Dra. Pilar Díaz?**

**S.V:** Estoy muy a gusto en el grupo. La verdad es que nos llevamos muy bien. Ha sido fundamental tener una buena relación tanto con los jefes como con los compañeros ya que son 4 o 5 años que estás metido todo el día en el laboratorio. Y es una cosa que se agradece.

**C.A: ¿Crees que la gente conoce qué hacéis dentro del laboratorio?**

**S.V:** No, no, cero. A veces salen algunas campañas para acercar a la gente lo que uno hace pero tampoco considero que sea nuestro trabajo, nosotros estamos en el laboratorio y sí que debería haber alguna parte que se dedicara a promocionarnos. Fundamentalmente porque por ejemplo en momentos de crisis, que el dinero escasea, una gran parte de la población esta de acuerdo en recortar en investigación porque creen que lo que hacemos nosotros en el laboratorio no tiene un efecto directo en la sociedad, que yo considero que para nada es así. Entonces si quizás hubiese gente pudiera acercar los conocimientos que nosotros sacamos a la resta de la sociedad pues sí que creo que quizás nos apoyarían más.

**C.A: ¿Crees que la biotecnología será el futuro de las industrias?**

**S.V:** Yo espero que sí, la verdad es que no tengo ni idea pero sí que creo que tarde o temprano las empresas van a tener que idear nuevos protocolos para frenar la contaminación indiscriminada que están generando. Y, sin duda, las enzimas son perfectas, generan un mínimo impacto ambiental y pueden ser muy utilizables, hay mucha variedad que tienen muchas funciones diferentes y que en gran cantidad de procesos pueden ser aplicadas. Entonces espero que sea algo que se genere con el tiempo.