

# Descubre la ciencia más impactante

**La biotecnología es una rama bastante novedosa, pero al mismo tiempo muy clásica, de la biología y sus disciplinas. Tiene sus fundamentos en la tecnología que estudia y aprovecha los mecanismos e interacciones biológicas de los seres vivos, sobre todo de los microorganismos. Debido a su especial situación, la biotecnología permite obtener resultados que parecerían de auténtica ciencia ficción. Algunas de sus aplicaciones nos hacen la vida más fácil, mientras que otras son solo, por el momento, proposiciones de futuro.**

Redacción Entre Estudiantes

La palabra biotecnología es el resultado de la unión de otras dos: biología y tecnología. Y es que la biotecnología es exactamente eso: tecnología biológica. Si te paras a pensarlo, los seres vivos pueden ser considerados maquinarias biológicas. Utilizamos maquinaria biológica en forma de moléculas para

movernos, obtener energía de lo que comemos, respirar, pensar... Pero, ¿y si pudiéramos utilizar esa maquinaria para resolver problemas de nuestra vida cotidiana?

La biotecnología consiste precisamente en la utilización de la maquinaria biológica de otros seres vivos de forma que resulte en un beneficio para el ser humano, ya sea porque se obtiene un producto valioso o porque se mejora un procedimiento industrial. Mediante la biotecnología, los científicos buscan formas de aprovechar la "tecnología biológica" de los seres vivos para generar alimentos más saludables, mejores medicamentos, materiales más resistentes o menos contaminantes, cultivos más productivos, fuentes de energía renovables e incluso sistemas para eliminar la contaminación. La Biotecnología se puede definir por tanto como "el conjunto de técnicas aplicadas a la obtención de productos mediante la actividad metabólica de organismos vivos o algunos de sus componentes", tal y como aclara Rosario Haro, profesora de esta titulación en la Universidad Politécnica de Madrid.



Imagen Flickr / TEDxRosario.

### Análisis general

La biotecnología tiene sus fundamentos en la tecnología que estudia y aprovecha los mecanismos e interacciones biológicas de los seres vivos, en especial los unicelulares, mediante un amplio campo multidisciplinario. La biología y la microbiología son las ciencias básicas de la biotecnología, ya que aportan las herramientas fundamentales para la comprensión de la mecánica microbiana en primera instancia. La biotecnología se usa ampliamente en agricultura,

## La carrera al desnudo

- **Área:** Ciencias
- **Estudios:** Biotecnología
- **Duración:** Cuatro cursos (240 créditos)
- **Acceso:** Aunque el acceso de Grado es posible desde cualquiera de las vías de bachillerato, cuando no haya plazas suficientes tendrán preferencia los alumnos procedentes de Ciencias y Tecnología, pues es recomendable tener conocimientos de biología, química, matemáticas y física.  
**Desde Formación Profesional:** Cuando la demanda supere la oferta de plazas tendrán preferencia los técnicos superiores procedentes de la familia de Agraria, Energía y Agua, Industrias Alimentarias, Química y Sanidad.
- **Perfil del estudiante:** Si quieres estudiar Biotecnología, además de que te guste investigar y de que tengas destreza manual para el manejo del instrumental, es recomendable que poseas capacidad de análisis y síntesis, razonamiento lógico e interés por la naturaleza y los seres vivos. Es recomendable también tener una sólida formación en materias básicas como biología, química, matemáticas o física y conocimientos básicos de tecnología.
- **Perfil del egresado:** Los estudios de Biotecnología capacitarán al estudiante para implantar aplicaciones biotecnológicas en los sistemas de producción de bienes y servicios. Para adquirir esta competencia general adquirirá conocimientos de conceptos básicos de ciencias, los mecanismos moleculares del funcionamiento de los seres vivos, manejará herramientas de uso en Biotecnología y conocerá en detalle los procesos de

producción biotecnológica junto con los aspectos económicos y sociales de la Biotecnología.

- **Futuro profesional:** Podrás ejercer tu profesión tanto en el sector privado como en el público, ya sea en los ámbitos agroalimentario, industrial, sanitario, medioambiental o de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). También podrás trabajar por tu cuenta como asesor y consultor de ingeniería. Asimismo, podrás dedicarte a la investigación básica o aplicada en microbiología, genética, hematología, diagnóstico molecular, inmunología, desarrollo de cultivos, control de plagas, producción animal, biología molecular e ingeniería de proteínas, y también a la investigación médica en hospitales e institutos de investigación médica, entre otros. Recuerda que si tienes vocación por la docencia siempre puedes dedicarte a ella impartiendo clases en centros públicos y privados de enseñanza, tanto en secundaria como en la formación profesional o en la universidad.
- **Donde se estudia:** Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Zaragoza, Universidad de Granada, Universidad de Salamanca, Universidad Pablo de Olavide, Universidad de Murcia, Universitat Politècnica de València, Universitat de València, Universidad del País Vasco, Universidad de Cádiz, Universidad de Oviedo, Universidad Miguel Hernández de Elche, Universidad de León, Universidad de Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona, Universidad Rovira i Virgili, Universidad de Extremadura, Universidad de Girona, Universidad de Almería, Universidad de Lleida, Universidad de Vic, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir, Universidad Europea de Madrid, Universidad Francisco de Vitoria, Universidad Ramón Llull y Universidad San Pablo CEU.

farmacia, ciencia de los alimentos, medio ambiente, generación de energía (biocombustibles) y medicina. Esta ciencia se desarrolló desde un enfoque multidisciplinario involucrando varias disciplinas como biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ecología, ingeniería, física, química, medicina y veterinaria, entre otras. La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) la define como la "aplicación de principios de la ciencia y la ingeniería para tratamientos de materiales orgánicos e inorgánicos por sistemas biológicos para producir bienes y servicios".

### Aplicación en diferentes áreas

La biotecnología tiene aplicaciones en importantes áreas industriales, como la atención de la salud, con el desarrollo de nuevos enfoques personalizados para

el tratamiento de enfermedades; la agricultura con el desarrollo de cultivos y alimentos mejorados; usos no alimentarios de los cultivos, por ejemplo plásticos biodegradables, aceites vegetales y biocombustibles; y cuidado medioambiental a través de la biorremediación, como el reciclaje, el tratamiento de residuos y la limpieza de sitios contaminados por actividades industriales. A este uso específico de plantas en la biotecnología se le llama biotecnología vegetal. Además se aplica en la genética para modificar ciertos organismos.

Las aplicaciones de la biotecnología son numerosas y suelen clasificarse en:

**Biotecnología roja:** se aplica a la utilización de biotecnología en procesos médicos. Algunos ejemplos son la obtención de organismos para producir antibióticos, el desarrollo de vacunas más seguras y nuevos fármacos, los diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas y

el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la manipulación genética.

**Biología blanca:** también conocida como biotecnología industrial, es aquella aplicada a procesos industriales. Un ejemplo es la obtención de microorganismos para generar un producto químico o el uso de enzimas como catalizadores o inhibidores enzimáticos industriales, ya sea para producir productos químicos valiosos o destruir contaminantes químicos peligrosos (por ejemplo utilizando oxidorreductasas). También se aplica a los usos de la biotecnología en la industria textil, en la creación de nuevos materiales, como plásticos biodegradables y en la producción de biocombustibles. Su principal objetivo es la creación de productos fácilmente degradables, que consuman menos energía y generen menos desechos durante su producción. La biotecnología blanca tiende a consumir menos recursos que los procesos tradicionales utilizados para producir bienes industriales.

### «Tiene aplicación en importantes áreas industriales»

**Biología verde:** es la biotecnología aplicada a procesos agrícolas. Un ejemplo de ello es la obtención de plantas transgénicas capaces de crecer en condiciones ambientales desfavorables o plantas resistentes a plagas y enfermedades. Se espera que la biotecnología verde produzca soluciones más amigables con el medio ambiente que los métodos tradicionales de la agricultura industrial. Como por ejemplo, la ingeniería genética en plantas para expresar plaguicidas, con lo que se elimina la necesidad de la aplicación externa de los mismos, como es el caso del maíz transgénico. La biotecnología se ha convertido en una herramienta en diversas estrategias ecológicas para mantener o aumentar sustancialmente recursos naturales como los bosques. En este sentido los estudios realizados con hongos de carácter micorrízico permiten implementar en campo plántulas de especies forestales con micorriza, las cuales presentaran una mayor resistencia y adaptabilidad que aquellas plántulas que no lo están.

**Biología azul:** también llamada biotecnología marina, es un término utilizado para describir las aplicaciones de la biotecnología en ambientes marinos y acuáticos. Aún en una fase temprana de desarrollo, sus aplicaciones son prometedoras para la acuicultura, cuidados sanitarios, cosmética y productos alimentarios. ✨

#### Plan de estudios (UM)

##### Primer curso

- Química general
- Química orgánica
- Biología celular
- Fundamentos de Física
- Fundamentos matemáticos de biotecnología
- Bioquímica estructural
- Termodinámica aplicada
- Educaciones diferenciales
- Genética básica
- Técnicas instrumentales básicas I y II

##### Segundo curso

- Microbiología
- Bioquímica funcional
- Biología funcional de animales
- Biología funcional de plantas
- Técnicas instrumentales avanzadas I y II
- Fundamentos de Bioingeniería
- Virología
- Bioinformática
- Aspectos económicos de la Biotecnología

##### Tercer curso

- Ingeniería de las reacciones bioquímicas:
- Biorreactores
- Biotecnología vegetal
- Aspectos legales y sociales de biotecnología
- Química e ingeniería de proteínas
- Ingeniería genética molecular
- Inmunotecnología
- Genómica estructural y funcional
- Biotecnología enzimática
- Ingeniería tisular

##### Cuarto curso

- Biotecnología microbiana
- Proteómica y metabolómica
- Genética molecular aplicada
- Seguridad en laboratorio
- Trabajo fin de grado
- Optativas (24 ECTS)

##### Algunas asignaturas optativas

- Genética molecular aplicada
- Bases fisiológicas de la Nutrición
- Biotecnología en Acuicultura
- Micología y biotecnología forestal
- Enología
- Aplicaciones biotecnológicas aplicadas a la reproducción y sanidad en acuicultura
- Aplicaciones biotecnológicas de anticuerpos
- Biología y calidad nutritiva de los alimentos
- Fundamentos de fisiopatología humana
- Parasitología
- Practicas externas

# Los grandes campos de esta ciencia

Algunas de las aplicaciones más estrambóticas y los investigadores más rocambolescos se encuentran encuadrados en el ámbito de la biotecnología. Desde la conquista de otros planetas a la construcción de súper humanos, pasando por la producción de combustibles o eliminar el uranio, la biotecnología busca respuestas para todo. No es que sea la panacea, pero conoce montones de puntos para cambiar el mundo. Por ahora, sus aplicaciones son más 'normales', pero es cierto que todavía queda mucho por descubrir:

## BIOTECNOLOGÍA EN SALUD

Con la Biotecnología cambia el concepto de la Salud, dirigiéndonos hacia una medicina cada vez más personalizada. Esto significa que podemos tener tratamientos "hechos a medida" para nosotros, así nos curan de forma más eficaz. Cada vez más medicamentos en nuestro hogar son de origen biotecnológico. La biotecnología de la salud, además de cambiar la manera en la que se diseñan las vacunas, también se aplica al diagnóstico molecular para la detección de infecciones y enfermedades de origen genético. A su vez, se utiliza para el desarrollo de nuevos fármacos, diseñando y produciendo nuevas proteínas que pueden utilizarse para tratar un gran número de enfermedades como infecciones, diabetes, enfermedades cardiovasculares e incluso el cáncer. Dentro de este apartado va cobrando cada vez mayor importancia la denominada "medicina personalizada" que consiste en el estudio de la respuesta de cada paciente a los fármacos, basándose en su perfil genético. La terapia celular también es biotecnología y consiste en el uso de células madre para tratar enfermedades.

## BIOTECNOLOGÍA EN LOS ALIMENTOS

El interés por nuestra alimentación actual y futura está creciendo a medida que se van introduciendo en el sector alimentario las nuevas tecnologías y en particular la Biotecnología. Nunca se ha dispuesto de una oferta alimentaria tan variada, tan segura y de tanta calidad como la actual, lo que comporta un incremento de la esperanza de vida y una disminución de las intoxicaciones alimentarias. La Biotecnología alimentaria utiliza técnicas y procesos que emplean organismos vivos o sus sustancias para producir o modificar un alimento, mejorar las plantas o animales de los que provienen, o desarrollar microorganismos que intervengan en su elaboración. También participa en el control y seguridad de los alimentos que ingerimos. Hoy en día queremos que aquello que comemos mantenga nuestras constantes energéticas y satisfaga nuestras apetencias sensoriales, pero también pretendemos que sea beneficioso para nuestra salud. En este marco surgen los nuevos desarrollos de la alimentación como los probióticos o los nutracéuticos.

## BIOTECNOLOGÍA EN LA AGRICULTURA

La agricultura tiene como objetivo el cultivo y producción de alimentos que incorporamos a nuestra dieta y nos aportan

energía y nutrientes. La revolución biotecnológica llega a los cultivos en el siglo XX. Desde los años 60, los avances tecnológicos, como la utilización de abonos enriquecidos mediante procesos químicos, permitieron aumentar la productividad de los cultivos en todo el planeta, llegando a triplicarse por ejemplo el mercado mundial de cereales. En esta última década, las plantas transgénicas han dado lugar a cultivos más eficientes y más rentables a nivel productivo, nutritivo y económico y son más respetuosas con el medio ambiente. Los nuevos productos de cultivo que las técnicas biotecnológicas van generando, incluidos los transgénicos, antes de ser comercializados se someten a estudios exhaustivos para demostrar que no tienen riesgos para la salud del consumidor o el medio ambiente y por lo tanto son seguros.

## BIOTECNOLOGÍA EN EL MEDIO AMBIENTE

Con la Revolución Industrial (siglo XVIII), la Historia Moderna evoluciona drásticamente desde una economía agraria y artesana a otra dominada por la industria y en la que se produce un aumento exponencial de la población mundial. Todo esto exigirá un vertiginoso incremento del uso de recursos naturales, así como la obtención de ingentes cantidades de desechos contaminantes y con ello los inicios de los verdaderos daños con el medio ambiente. La Biotecnología ambiental no solo es positiva, sino realmente necesaria para proteger los recursos naturales y el medioambiente, ya que ayuda a reducir, controlar y resolver las catástrofes medioambientales debidas a la acción inadecuada del hombre, mediante estrategias de "biopreención" y "biorremediación". La Biotecnología ambiental se encarga por ejemplo del tratamiento de aguas residuales y basuras haciendo uso de microorganismos. También puede limpiar y corregir catástrofes naturales –como los derrames en el mar de combustibles fósiles o la recuperación de suelos calcinados– haciendo uso de bacterias y plantas o trabajar conjuntamente con la Biotecnología Industrial para la elaboración de biocombustibles a partir de materias primas vegetales o utilizar enzimas para actividades industriales, lo que reduce notablemente la contaminación y permite el mejor cumplimiento de las normativas de protección ambiental.

## BIOTECNOLOGÍA INDUSTRIAL

Un ser vivo es una máquina capaz de procesar compuestos para transformarlos en energía, biomasa y otros subproductos. Lo que hace a esta máquina tan especial es que las materias primas que utiliza y los productos finales que genera se integran en ciclos naturales en los que se reutilizan los residuos y así se cierra el ciclo sin generar residuos finales contaminantes. Además, estas reacciones se producen en condiciones muy óptimas: a temperatura ambiente, en fases acuosas no tóxicas y sin necesidad de un alto aporte de energía. Todas estas características tan especiales del ser vivo las utiliza la Biotecnología Industrial para la fabricación de sustancias y productos con el menor impacto medioambiental posible y de una manera altamente eficaz.



ROSARIO HARO, PROFESORA DE BIOTECNOLOGÍA EN LA POLITÉCNICA DE MADRID

# «Los futuros alumnos necesitan buena base en ciencias básicas»»

**R**osario Haro es profesora de Microbiología en el Departamento de Biotecnología en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid desde 1992. Estudió Biología en la Universidad de Sevilla y es doctor por la Universidad de Córdoba. Actualmente realiza su investigación en el Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas de la UPM (CBGP).

—¿Qué formación previa es aconsejable que tengan los estudiantes que se adentren en este grado?

—Es importante que los futuros alumnos tengan una buena base en materias de ciencias básicas: Biología, Química, Física y Matemáticas.

—¿En qué se diferencia de otros grados de la misma rama como la Biología o la Bioquímica?

—La Biotecnología es una carrera multidisciplinar, que intenta enseñar a aplicar el conocimiento científico para solucionar un problema en algún sector de la sociedad. Los biotecnólogos deben saber, además de Bioquímica y Biología Molecular, Economía, legislación y procesos industriales, para aplicar estos conocimientos a la generación de productos con valor económico y poder ejercer su actividad directamente en empresas del sector.

—¿Cómo se estructura el plan de estudios?

—El Grado de Biotecnología de la UPM consta de 240 ECTS en cuatro cursos. Los dos primeros (120 ECTS) son comunes a todos los estudiantes y constan



de asignaturas básicas y fundamentales con un componente fuerte de Bioquímica, Genética e Ingeniería Genética. En tercero y cuarto curso los alumnos cursan asignaturas del módulo fundamental y avanzado. Estos cursos se caracterizan por la especialización y se ofrecen tres orientaciones (40 ECTS): Biotecnología Vegetal, Biotecnología Computacional, y Biotecnología Sanitaria.

La orientación de Biotecnología Vegetal está enfocada a la aplicación de técnicas de Biología Molecular a las plantas o de sus microorganismos asociados, con aplicaciones en agricultura, alimentación, producción de biocombustibles, biofactorías, etc.

La orientación de Biotecnología Computacional es el más novedoso, y es único en España. Tiene como objetivo el formar a biotecnólogos capaces de manejar las ingentes bases de datos generadas por la explosión de las tecnologías de secuenciación de genomas, así como de aplicar técnicas de modelización molecular. La Bioinformática es imprescindible en cen-

tros de investigación y para el diagnóstico en hospitales.

La orientación de Biotecnología Sanitaria responde a la necesidad actual de una sanidad basada en la medicina personalizada para hacer más eficaces los tratamientos. Los biotecnólogos son esenciales en el desarrollo de plataformas de diagnóstico y de nuevos fármacos que faciliten la labor de los profesionales de la salud. Finalmente el plan de estudios contempla la realización de prácticas externas dentro de los 15 ECTS del bloque optativo.

—¿En qué sectores pueden trabajar los estudiantes egresados en este título?

—Su preparación multidisciplinar les prepara para desarrollar tareas de producción, de investigación o de gestión, comercialización, diagnóstico, tanto en empresas privadas como en centros públicos de investigación (Universidad, CSIC, INIA...). Sus servicios se pueden aplicar en un gran número de sectores: agricultura, energía, alimentación, medicina, medioambiente, e industria

—¿Hacia dónde se encamina el futuro de la profesión?

—Según ASEBIO (Asociación de Empresas de Biotecnología) en su último informe, la situación en España sigue siendo positiva a pesar de los años de crisis que también ha sufrido el sector. La facturación y el peso de la Biotecnología en el PIB ha seguido subiendo (9,07% en 2014). El mayor porcentaje de empresas de Biotecnología están relacionadas con productos de salud y alimentación humana. ✨

IMMA PRATS, PRESIDENTA DE LA FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE BIOTECNÓLOGOS

# «La Biotecnología es una ciencia que evoluciona muy deprisa»

Imma Prats tiene solo 25 años, pero una carrera espectacular. Es licenciada en Biotecnología por la Universidad Autónoma de Barcelona, especializada en estructura molecular y posee un máster por la misma universidad de Biología Molecular, Bioquímica y Biomedicina. A pesar de tan distinguido currículum, no lo ha tenido fácil. Primero colaboró con el grupo de Patología predictiva del Hospital Clínic de Barcelona, y después estuvo 14 meses de estancia en los laboratorios Almirall. Posteriormente, buscó becas para poder realizar el doctorado, pero el hecho de no estar en un grupo de investigación lo impidió. Así que tras pasar un “año sabático” trabajando en otros sectores, consiguió su actual puesto en el Instituto de Investigación Biomédica de Girona (IDIBGI).

—¿En qué consiste actualmente tu empleo?

— Mi trabajo es multidisciplinar. Podría describirlo como una ayuda a los investigadores para que realicen su trabajo. Para ello, he de redactar informes y cuestionarios requeridos por la Generalitat de Catalunya, recopilar información científica (publicaciones, índices de impacto, etc.) y organizar eventos divulgativos y formativos. Además de mi trabajo en el IDIBGI, soy la presidenta de la Federación Española de Biotecnólogos. Junto a mi equipo, llevamos a cabo proyectos de divulgación de la Biotecnología como FEBiotec Divulga; eventos formativos; mantenemos una bolsa de empleo; y organizamos el Congreso Anual de Biotecnología, cuya sede en

2016 es Gijón. Gracias a mi trabajo voluntario en FEBiotec, he adquirido habilidades organizativas, de comunicación y de liderazgo que me ayudan diariamente en mi trabajo.

— Cuando empezaste a trabajar, ¿qué echabas en falta o que te costó más asimilar?

— Creo que los estudios te dan la base para encarar tu carrera profesional. Y desde luego son importantes, pero más lo es el saber dónde buscarlos e ir adquiriendo habilidades transversales. Ese tipo de conocimientos, como los económicos y las habilidades comunicativas, los eché de menos en la carrera. Si bien, gracias mi trabajo en FEBiotec, pude adquirirlos.

— Para no perderte en esta carrera, ¿en qué ramas de la ciencia hay que ser un hacha? Estos estudios, ¿tienen más de biología o de tecnología?

— Hay que ser un “hacha” en lo que te motive. Es decir, hay personas como yo, a las que toda la ciencia les parece fascinante: todas sus ramas son interesantes y por eso preferimos la gestión. Para ayudar así a que sea reconocida tal y como es. La Biotecnología, además, es una ciencia que evoluciona muy deprisa y para ser reconocido en ella, creo que tienes que especializarte mucho y estar a la última siempre. Si nos centramos en el grado, depende de la Universidad tendrás asignaturas más parecidas a las de Biología y en otras estará más orientada a la industria y la ingeniería. En mi caso, pude tener una visión muy amplia de las dos vertientes además de poder escoger asignaturas del área ingenieril.

## «El mundo de la investigación es inestable y competitivo»

—¿Te fue fácil incorporarte al mundo laboral? ¿Qué pasos aconsejas dar a los recién titulados?

— Muchas veces, en la universidad, parece como si a todos nos encaminaran inevitablemente hacia la investigación o lo académico. Si tu pasión es investigar, te animo a hacerlo porque es un mundo fascinante. Pero hay que tener en cuenta que es un mundo inestable, competitivo y que la motivación no lo es todo.

En cuanto a los pasos que aconsejaría a los recién titulados, siento decir que no hay una receta única. Sobre todo, probar todo lo que se desee: investigar, trabajar en empresas, diversificarse... Porque hay muchas salidas alternativas como son los ‘regulatory affairs’, ‘market access’, ‘medical advisor’, etc. Estas posiciones son poco conocidas por los recién titulados y mi consejo es que busquéis a personas que os puedan orientar. En eso os puedo recomendar asociaciones, como por ejemplo las de biotecnólogos que hay en las diferentes comunidades autónomas. Ellas llevan a cabo workshops para ilustrar las múltiples posibilidades que tenemos. Una última cosa a tener en cuenta es no tener miedo a equivocarse, porque el camino siempre se puede volver a encontrar. ✨