

Título del reto de ABP: Aprendizaje basado en problemas en biotecnología vegetal

Nombre del profesor responsable

Hugo Mérida Martínez y Jorge Peláez Blanco

Universidad / Departamento / Programa de Grado

Universidad de León / Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias / Grado en Biotecnología

Curso / Asignatura en la que se imparte

3º curso / Biotecnología vegetal

Periodo de ejecución (fechas)

9 de febrero de 2026 – 3 de julio de 2026

Duración total (semanas/horas)

14 semanas / 30 horas (10 horas presenciales y 20 horas de trabajo autónomo)

Número de estudiantes involucrados

56 estudiantes



Todos los resultados desarrollados en ENVIHEI están disponibles bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Cofinanciado por la Unión Europea. Las opiniones y los puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los del Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE). Ni la Unión Europea ni el SEPIE pueden ser considerados responsables de los mismos. [2024-1-ES01-KA220-HED-000246733]



1. Diseño del Proyecto

1.1 Breve descripción del proyecto y del reto planteado

Este proyecto es una experiencia de aprendizaje basado en problemas (ABP) que se lleva a cabo en el marco del Grado en Biotecnología.

A los estudiantes se les plantean diversos escenarios y proyectos hipotéticos, pero realistas, que reflejan problemas actuales del sector de la biotecnología vegetal. Trabajando en equipo, los estudiantes actúan como investigadores independientes, encargados de encontrar soluciones a estos retos. Para ello, deben realizar una búsqueda bibliográfica exhaustiva y aplicar correctamente las herramientas moleculares y biotecnológicas que han aprendido a lo largo de sus estudios.

El objetivo final es que los estudiantes apliquen sus conocimientos teóricos proponiendo ideas originales y soluciones innovadoras para sus proyectos.

1.2 Resultados de aprendizaje esperados (competencias académicas y transversales)

Los resultados de aprendizaje previstos se centran en la integración de conocimientos avanzados en biotecnología con el desarrollo de una mentalidad profesional y orientada a la sostenibilidad.

Competencias académicas:

- Identificar y aplicar las herramientas moleculares y biotecnológicas más adecuadas para superar retos hipotéticos específicos en el ámbito de la biotecnología vegetal.
- Llevar a cabo una investigación bibliográfica exhaustiva y un análisis técnico que sirvan de base para el diseño y la implementación de soluciones innovadoras.



- Diseñar experimentos y comprender las limitaciones de los enfoques experimentales.
- Desarrollar propuestas técnicas originales e innovadoras que demuestren el conocimiento de los principios biotecnológicos aplicados a situaciones reales.
- Cuantificar e interpretar datos científicos para evaluar la viabilidad y la eficiencia de las soluciones propuestas.

Competencias transversales:

- Aplicar el pensamiento crítico y el rigor científico para evaluar soluciones biotecnológicas alternativas y justificar decisiones técnicas basadas en pruebas científicas.
- Desarrollar la capacidad de autoevaluación.
- Trabajar de forma eficaz en equipos de investigación colaborativos, asumiendo funciones profesionales y gestionando los ciclos de vida de los proyectos.
- Desarrollar habilidades de comunicación profesional y presentación narrativa para presentar y defender los resultados de los proyectos de forma eficaz.
- Gestionar la incertidumbre y la autonomía en los procesos de toma de decisiones, simulando el entorno de investigación.
- Integrar competencias en materia de sostenibilidad mediante la reflexión sobre el impacto medioambiental y social de las aplicaciones biotecnológicas y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1.3 Competencias específicas en materia de sostenibilidad

En consonancia con el marco ENVIHEI, este proyecto tiene como objetivo desarrollar competencias específicas en materia de sostenibilidad, exigiendo a



los estudiantes que resuelvan problemas biotecnológicos complejos desde una perspectiva ética y medioambiental.

- **Pensamiento sistémico:** desarrollar la capacidad de “descifrar” las complejas interacciones entre las situaciones biotecnológicas y los sistemas ecológicos y sociales más amplios. Esto implica comprender cómo las herramientas moleculares afectan a toda la cadena de valor agrícola y a los ciclos de los recursos.
- **Pensamiento crítico y responsabilidad ética:** el reto exige a los estudiantes evaluar los compromisos entre el rendimiento técnico y el impacto medioambiental. Deben demostrar una mentalidad crítica a la hora de seleccionar herramientas moleculares, justificando sus decisiones en función de su capacidad para minimizar la huella medioambiental.
- **Competencia anticipatoria y estratégica:** al proponer soluciones innovadoras para escenarios futuros hipotéticos, los estudiantes aprenden a anticipar las consecuencias a largo plazo de las aplicaciones biotecnológicas. Se les plantea el reto de diseñar estrategias que no solo sean técnicamente sólidas, sino que también estén en consonancia con los mandatos globales de sostenibilidad, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.
- **Toma de decisiones basada en la evidencia:** a través de una exhaustiva investigación bibliográfica, los estudiantes desarrollan la competencia necesaria para respaldar las decisiones técnicas con evidencia científica que tenga en cuenta los límites físicos y biológicos de nuestro planeta, enmarcando la biotecnología como un compromiso ético con el consumo y la producción responsables (ODS 12).

1.4 Enfoque de sostenibilidad y cómo se integra en el proyecto

La sostenibilidad se integra en este proyecto como una dimensión transversal, en lugar de como un módulo independiente. Esta integración se logra al plantear los retos técnicos de la biotecnología como componentes esenciales de las soluciones globales en materia de sostenibilidad.

- **Marco técnico integrado:** se enseña a los estudiantes que las herramientas biotecnológicas (por ejemplo, CRISPR, los marcadores moleculares o el cultivo de tejidos vegetales) no son meras técnicas de laboratorio, sino instrumentos para la responsabilidad medioambiental y social. Por ejemplo, aumentar la eficiencia en el uso del agua de un cultivo se plantea como una contribución directa a la adaptación al cambio climático y a la conservación de los recursos.
- **Integración basada en retos:** cada proyecto hipotético se diseña en torno a una cuestión central de sostenibilidad, como la reducción de la huella medioambiental de la agricultura o la mejora de la seguridad alimentaria en condiciones climáticas cambiantes. Los estudiantes deben “descifrar” estos complejos sistemas biológicos para proponer soluciones que sean técnicamente viables y ecológicamente sostenibles.
- **Reflexión evaluativa:** la sostenibilidad se incorpora de forma explícita en el proceso de evaluación. Se exige a los estudiantes que justifiquen sus decisiones técnicas analizando los impactos a largo plazo de sus propuestas. Esto incluye evaluar los compromisos entre el rendimiento y la biodiversidad, o la reducción del uso de productos químicos mediante el desarrollo de variedades naturalmente resistentes.
- **Alineación con los Objetivos Mundiales:** el proyecto se basa en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en particular el ODS 2 (Hambre Cero), el ODS 12 (Consumo y producción responsables) y el ODS 13 (Acción por el clima). Al vincular los

resultados moleculares con estos objetivos, los estudiantes comprenden que la innovación biotecnológica es un compromiso ético con el futuro del planeta.

Este enfoque garantiza que los estudiantes no consideren los conjuntos de datos ni las herramientas de biología molecular como meros conceptos abstractos, sino como conocimientos prácticos para construir un mundo más sostenible.

1.5 Metodologías y herramientas utilizadas (estructura ABP, técnicas de facilitación, etc.)

- **Facilitación:** el profesor actúa como guía técnico y facilitador, alejándose de la enseñanza tradicional para fomentar la investigación autónoma. Esto se lleva a cabo mediante sesiones de seguimiento periódicas en las que el profesor ayuda a los equipos a evaluar la viabilidad de las estrategias biotecnológicas que proponen.
- **Trabajo colaborativo:** los estudiantes trabajan en equipos, simulando un entorno de investigación profesional en el que deben gestionar la dinámica de grupo y el reparto de tareas.
- **Herramientas:** los estudiantes utilizan bases de datos bibliográficas para identificar soluciones existentes a problemas similares. Asimismo, aplican el conjunto de herramientas moleculares y biotecnológicas tratadas en el curso para diseñar sus propuestas innovadoras.

1.6 Organización del proyecto (formación de grupos, calendario, hitos)

El proyecto se organiza en varias fases diferenciadas para garantizar un seguimiento continuo y una mejora iterativa:

- **Fase 1: Inicio e investigación:** se presenta el reto y se forman los equipos. A cada equipo se le asigna un proyecto diferente mediante un sorteo. Los



estudiantes realizan una búsqueda bibliográfica exhaustiva para identificar antecedentes científicos viables relacionados con el problema planteado.

- **Fase 2: Selección de la estrategia:** los equipos presentan su investigación preliminar al docente (véase la plantilla [aquí](#)). Se lleva a cabo una sesión para debatir y seleccionar, para cada grupo, la vía técnica más viable o atractiva.
- **Fase 3: Desarrollo y seguimiento intermedio:** se realiza una tutoría intermedia para supervisar el progreso, evaluar la dinámica del grupo y abordar cualquier dificultad relacionada con el trabajo en equipo (véase la plantilla [aquí](#)).
- **Fase 4: Retroalimentación y perfeccionamiento:** los estudiantes realizan una preexposición (ensayo) de su trabajo y reciben comentarios críticos del docente y de sus compañeros para perfeccionar tanto su solución técnica como su estilo de comunicación.
- **Fase 5: Entrega de los informes escritos:** esto permite que los docentes dispongan de los informes antes de las presentaciones finales.
- **Fase 6: Evento final:** se realiza una presentación final pública en la que los estudiantes defienden sus proyectos ante sus compañeros y profesores. Esta actividad se programa para que coincida con el “Día de la Fascinación por las Plantas” (<https://plantday18may.org/category/europe/spain/>).

1.7 Entregables solicitados a los estudiantes (tipo, formato, plazos)

Para garantizar una evaluación continua tanto de los avances técnicos como de las competencias transversales, los estudiantes deben presentar los siguientes entregables en diferentes fases del proyecto:



- **Resumen de la búsqueda bibliográfica (fase inicial):** un resumen estructurado que detalle la revisión bibliográfica realizada para identificar soluciones viables al reto propuesto, con el fin de justificar la estrategia biotecnológica seleccionada (véase la plantilla [aquí](#)).
- **Cuestionario de seguimiento y participación (fase intermedia):** un cuestionario individual que se realiza durante la sesión de tutoría intermedia para supervisar el progreso de la actividad y evaluar la participación y la contribución individuales de cada miembro del grupo al trabajo colectivo (véase la plantilla [aquí](#)).
- **Informe final del proyecto (fase final):** un documento escrito exhaustivo que contiene toda la información del proyecto, las justificaciones técnicas y los resultados. Se presenta siguiendo el formato de la revista *AmbioCiencias* para elaborar una documentación de calidad profesional. A modo de ejemplo, se adjuntan como material de apoyo cuatro informes finales de ABP realizados durante el curso académico 2025-2026.
- **Materiales de presentación final (fase final):** materiales visuales de apoyo para la defensa oral del proyecto, utilizados para comunicar y defender la solución innovadora ante la clase y el personal docente. Se adjuntan como material de apoyo cuatro materiales de presentación elaborados durante el curso académico 2025-2026.

1.8 Colaboradores externos implicados (mentores, empresas, expertos...) y su función

Aunque esta implementación recurre principalmente a la experiencia académica interna, el proyecto está estructurado para simular un entorno de investigación profesional, en el que los profesores actúan como mentores. A cada profesor de esta asignatura se le asigna la tarea de orientar a grupos específicos a lo largo de todo el proyecto. Actúan como facilitadores, proporcionando comentarios y orientación continuos en cada fase del reto. Su tutoría garantiza que los

estudiantes se orienten eficazmente en la investigación bibliográfica y seleccionen las herramientas biotecnológicas más viables desde el punto de vista técnico para sus escenarios hipotéticos.

Para la presentación final, se convoca a todo el personal docente de la asignatura para formar un jurado especializado. Su función consiste en realizar una revisión por pares de los proyectos, comentando y evaluando específicamente la viabilidad científica y el interés innovador de las soluciones propuestas. Esto refleja el formato de evaluación mediante un panel de expertos o un jurado que se utiliza en otras implementaciones para validar los resultados de los proyectos.

Al asumir estas funciones, los profesores proporcionan una supervisión y una retroalimentación de nivel profesional que prepara a los estudiantes para la investigación independiente y la práctica profesional en el sector de la biotecnología.

2. Evaluación del Proyecto

2.1 Criterios y métodos de evaluación utilizados

La evaluación del aprendizaje basado en problemas (ABP) sigue un modelo continuo y formativo, diseñado para evaluar tanto la calidad técnica de la solución como el desarrollo profesional de los estudiantes a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La evaluación se estructura en torno a tres pilares fundamentales, con los siguientes criterios ponderados:

- **Informe escrito del proyecto (40 %):** el documento final, que debe cumplir con las normas profesionales de la revista *AmbioCiencias*, se evalúa en función de:

- La estructura general y la organización de la propuesta.
- La calidad y la profundidad de la investigación bibliográfica.
- La calidad técnica y la precisión en el uso de la terminología científica.
- **Presentación oral y defensa (55 %):** esta fase consiste en una defensa pública ante un tribunal de profesores y se evalúa mediante una rúbrica estructurada (adjunta como material de apoyo) que tiene en cuenta:
 - Aspectos científicos: La idoneidad de la introducción, la claridad de los objetivos y las hipótesis, la corrección formal en la presentación de los resultados y el rigor científico de la discusión.
 - Aspectos formales: Estilo de comunicación, claridad de la exposición y calidad de los soportes visuales.
- **Tutorías de seguimiento y participación (5 %):** este componente se utiliza para el seguimiento del proceso y la supervisión de la dinámica del equipo. Evalúa:
 - La participación individual y la implicación de cada estudiante en el trabajo en grupo.
 - La distribución efectiva de las tareas y la coordinación dentro del equipo.
 - El progreso realizado durante las tutorías intermedias y el ensayo previo a la exposición.

Tal como se define en la estrategia docente oficial, el componente de ABP representa el 25 % de la calificación final total de la asignatura. Para aprobar el curso, los estudiantes deben obtener una calificación mínima de 5 sobre 10 en esta sección específica. Este método integral garantiza que los estudiantes no solo sean evaluados por su resultado final, sino también por su capacidad para actuar como investigadores independientes y miembros eficaces del equipo.

2.2 Pruebas del aprendizaje de los estudiantes (ejemplos, productos, resultados)

La evidencia del aprendizaje de los estudiantes en el curso de Aprendizaje Basado en Problemas en Biotecnología Vegetal se demuestra a través de la alta calidad de los resultados técnicos producidos y del logro satisfactorio tanto de las competencias académicas como de las transversales.

Las principales evidencias del aprendizaje incluyen:

- **Documentación técnica profesional:** los estudiantes elaboraron informes completos de proyectos siguiendo los estándares formales de la revista *AmbioCiencias*. Estos documentos proporcionaron evidencia tangible de su capacidad para utilizar terminología técnica específica y de su dominio en la localización, síntesis y gestión de información científica.
- **Soluciones biotecnológicas innovadoras:** todos los equipos participantes diseñaron con éxito estrategias viables para la mejora de cultivos o la “agricultura molecular”. Los proyectos demostraron una forma de pensamiento integrado mediante la aplicación de herramientas avanzadas para resolver desafíos hipotéticos complejos que reflejaban problemas agrícolas y medioambientales del mundo real.
- **Rigor científico en la comunicación:** durante las presentaciones y defensas finales, los estudiantes demostraron un alto nivel de competencia comunicativa y la capacidad de transmitir ideas científicas complejas tanto a audiencias especializadas como no especializadas. El uso de rúbricas estructuradas confirmó que los estudiantes podían definir claramente las hipótesis y los objetivos, representar los resultados de manera formal y participar en debates científicos rigurosos.
- **Seguimiento del proceso y responsabilidad:** la evidencia de un trabajo en equipo eficaz y de una coordinación profesional se recopiló mediante

cuestionarios de seguimiento intermedio y reuniones. Estos registros mostraron que los estudiantes asumieron distintos roles y gestionaron el ciclo de vida del proyecto de forma autónoma, simulando un entorno de investigación profesional.

- **Reflexión sobre la sostenibilidad:** un resultado significativo fue la capacidad de los estudiantes para vincular sus propuestas técnicas con sus implicaciones éticas, sociales y medioambientales. Los resultados incluyeron reflexiones críticas sobre cómo sus soluciones biotecnológicas contribuyen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Resultados cuantitativos: La evaluación reflejó un nivel de rendimiento generalmente alto en todos los grupos. La distribución de las calificaciones mostró un logro constante en las diferentes dimensiones evaluadas, destacando los estudiantes en la justificación técnica de sus propuestas y en la calidad de su investigación bibliográfica. Todos los grupos cumplieron los requisitos mínimos, lo que demuestra una sólida adquisición de los resultados de aprendizaje previstos.

3. Reflexiones y Recomendaciones

3.1 Principales logros y fortalezas del proyecto

- **Integración de competencias técnicas y de sostenibilidad:** el proyecto logró trascender la enseñanza tradicional de la biotecnología al conectar las herramientas de biología molecular con los desafíos globales actuales. Al vincular los principios de la biología vegetal con los ODS, los estudiantes comprendieron que la innovación biotecnológica es un imperativo ético y medioambiental.
- **Simulación profesional y autenticidad:** una fortaleza clave de la experiencia es su alto grado de simulación profesional. Exigir a los

estudiantes la entrega de un documento final siguiendo el formato estándar de la revista *AmbioCiencias* proporcionó un contexto auténtico para desarrollar competencias de divulgación científica, yendo más allá de las simples tareas de aula.

- **Retroalimentación y andamiaje sólidos:** la estructura del proyecto garantizó un apoyo continuo a los estudiantes mediante un andamiaje progresivo. Las tutorías de seguimiento intermedio y el ensayo previo a la exposición crearon un sólido ciclo de retroalimentación, permitiendo a los estudiantes perfeccionar sus estrategias técnicas y estilos de comunicación antes de la defensa final.
- **Fomento de la autonomía y el pensamiento crítico:** la metodología ABP transformó el papel de los estudiantes, pasando de receptores pasivos a investigadores independientes. Los estudiantes demostraron una notable capacidad para la resolución autónoma de problemas, pasando de la búsqueda bibliográfica inicial al diseño de soluciones biotecnológicas novedosas que tuvieron que justificar técnica y éticamente.
- **Dinámicas colaborativas:** la organización en equipos de investigación independientes fomentó un entorno colaborativo de nivel profesional. Los estudiantes aprendieron a gestionar las dinámicas de grupo, asumir roles específicos (como responsables de proyecto) y coordinar tareas para cumplir con las rigurosas exigencias de un proyecto biotecnológico complejo.
- **Interacción con escenarios del mundo real:** al “decodificar” sistemas biológicos hipotéticos pero realistas, los estudiantes dejaron de considerar los conjuntos de datos o las herramientas moleculares simplemente como conceptos abstractos y, en su lugar, los vieron como conocimientos aplicables para construir un mundo sostenible.

3.2 Desafíos encontrados y cómo se abordaron

- **Gestión de las dinámicas de trabajo en equipo y responsabilidad:** un desafío común en los entornos de aprendizaje basado en proyectos o problemas está relacionado con las dinámicas de grupo y la coordinación. Aunque no surgieron conflictos interpersonales que requirieran una intervención directa por parte de los profesores, la gestión de equipos de investigación autónomos fue una experiencia nueva para muchos estudiantes. Para abordar esta cuestión de forma proactiva, se realizó un seguimiento continuo de la colaboración de cada miembro del equipo. En concreto, las encuestas de seguimiento intermedio y los cuestionarios de participación se utilizaron para realizar un seguimiento de las contribuciones individuales (véase la plantilla [aquí](#)), y estos datos se tuvieron en cuenta durante la evaluación final para garantizar la equidad y la participación de todos los grupos.
- **Superación de la inercia inicial mediante un andamiaje por fases:** otro desafío significativo fue la falta inicial de impulso en las primeras etapas del proyecto. Algunos estudiantes tuvieron dificultades para pasar de un aprendizaje pasivo a una investigación autónoma, lo que ocasionalmente provocó ineficiencias e incertidumbre. Esto se abordó mediante la implementación de un enfoque de andamiaje progresivo, dividiendo el proyecto en varias fases manejables y estableciendo hitos intermedios. Mediante la introducción de entregables intermedios específicos, la carga de trabajo general se dividió en tareas más pequeñas. Esta estrategia alivió eficazmente la carga cognitiva, proporcionó a los estudiantes una hoja de ruta más clara y garantizó un ritmo de trabajo más constante durante todo el semestre.

3.3 Lecciones aprendidas para futuras implementaciones

- **Ampliación de la diversidad de temas:** una lección clave para futuras ediciones es el potencial de aumentar la participación de los estudiantes ofreciendo un catálogo de temas de proyectos más amplio y variado. Permitir que los equipos elijan un desafío en función de sus intereses profesionales específicos fomentaría un mayor sentido de pertenencia del trabajo. Este enfoque pretende evitar que los estudiantes se sientan “obligados” a trabajar en escenarios que no se ajustan a sus expectativas, garantizando así un mayor compromiso y evitando la baja motivación que puede surgir al trabajar en un tema de interés personal limitado.
- **Perfeccionamiento del andamiaje para una participación temprana:** una lección principal es que la autonomía de los estudiantes en entornos ABP es directamente proporcional a la solidez del apoyo procedimental inicial. Para abordar la “falta inicial de impulso” observada, las futuras ediciones podrían incluir una introducción metodológica más explícita al inicio del semestre. Esto puede ayudar a alinear las expectativas respecto al aprendizaje autodirigido y garantizar que los estudiantes se sientan cómodos con los requisitos del proyecto lo antes posible.
- **Refuerzo de los mecanismos de responsabilidad:** aunque los cuestionarios de seguimiento intermedio fueron eficaces para monitorizar las dinámicas de grupo, las futuras implementaciones podrían reforzar aún más el seguimiento de las contribuciones individuales. De manera similar a otros pilotos de ENVIHEI, podría reforzarse el uso de hojas de registro de horas o registros de trabajo, requiriendo una validación periódica tanto por parte de los miembros del equipo como del responsable del proyecto para garantizar un registro transparente y preciso del esfuerzo individual.

- **Ciclos iterativos de retroalimentación:** el éxito del ensayo previo a la exposición puso de manifiesto el valor de la evaluación formativa. Las futuras implementaciones considerarán la incorporación de más hitos de presentación en el aula para garantizar que la retroalimentación técnica sea continua y no se limite a los entregables finales, permitiendo mejoras iterativas más sustanciales.

4. Material Complementario

4.1 Materiales del profesorado y documentación del proyecto

Los materiales del profesorado y la documentación del proyecto están disponibles en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1W5E5_EfSv_-P_lGyxnTUci15ZbnfbID4?usp=drive_link

4.2 Entregables producidos por los estudiantes, presentaciones finales o materiales de presentación

Un ejemplo de los entregables elaborados por los estudiantes está disponible en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1nlcu1YmLYq6m93jkaSOMxqfzGQZVXHGY?usp=drive_link

Las presentaciones finales de los estudiantes utilizadas durante la sesión final de defensa están disponibles en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1aR4hoEOFRKuGC2bNbNz2i4_ccK4aLNsr?usp=drive_link

4.3 Imágenes/videos (con consentimiento)



Los registros fotográficos y audiovisuales se tomaron con el consentimiento expreso de los estudiantes participantes y están disponibles en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1Dpa2s2BA-fjPDhCA8bMuvPYvzytJwz0N?usp=drive_link

4.4 Cualquier otro material relevante

Todos los materiales, incluido este informe, están disponibles en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/drive/folders/1P2ddAPICjWG-5li79171hkufilhXjFh5?usp=drive_link

