

MEMORIA

Proyecto de innovación docente ID 2021/117

CONFLUENCIAS DE LA BIOQUÍMICA Y LA INGENIERÍA QUÍMICA EN LA PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA

ACCIÓN (indicar solo una):

- ☒ 1. Innovación en metodologías docentes para desarrollo de competencias generales o específicas

Proyectos dirigidos a la innovación en: las clases magistrales, estudios de casos prácticos, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo y clases prácticas.

ASIGNATURAS Y TITULACIONES A LAS QUE SE HA APLICADO EL PROYECTO DE INNOVACIÓN
INTRODUCCIÓN A LA BIOLOGÍA APLICADA A LOS BIOPROCESOS (Código 104139), asignatura del Grado en Ingeniería Química (Facultad de Ciencias Químicas)

Coordinadora del proyecto: Profra. Juana Gutiérrez de Diego (dediego@usal.es)

Otros miembros del equipo: Prof. F. David Rodríguez García (lario@usal.es)

Departamento de Bioquímica y Biología Molecular

Universidad de Salamanca

Salamanca, junio de 2022.

INTRODUCCIÓN

El grado de Ingeniería química de la Universidad de Salamanca incluye una asignatura optativa, denominada **Introducción a la Biología aplicada a los Bioprocesos**, que imparte el departamento de Bioquímica y Biología Molecular. La asignatura tiene una asignación de 3 créditos ECTS y se matriculan en torno a 12-25 alumnos cada curso académico. Los contenidos de esta asignatura abarcan los aspectos más relevantes de la estructura y función de las biomoléculas y los principios generales de la biocatálisis y el metabolismo celular.

Le enciclopedia británica define la biotecnología como el uso de la biología para resolver problemas y fabricar productos útiles. El método más utilizado es la ingeniería genética, que permite a los científicos adaptar el DNA de un organismo (1). Representa la confluencia y colaboración e intercambio de diferentes disciplinas del ámbito de la química, la biología y la ingeniería (ver anexo I).

Este proyecto de innovación docente aborda un rasgo competencial relevante. Se trata de comprender la importancia que tienen los procesos biotecnológicos en la producción industrial orientada a diferentes desarrollos y de adoptar estrategias de aprendizaje permanente (2) para enfrentarse a los desafíos futuros que la investigación básica en bioquímica aportará en el corto, medio y largo plazo. La biotecnología abarca diferentes actuaciones, se nutre de avances pasados, presentes y futuros de la investigación básica y del desarrollo tecnológico y establece plataformas de acción que incluyen seres vivos o alguno de sus componentes aislados (3). En la actualidad disponemos de varios productos aplicables en diferentes ámbitos que abarcan la salud humana, la seguridad alimentaria, el desarrollo agropecuario, el diseño de nuevos materiales o el control de pandemias y la biorremediación, entre otros (4, 5). La actividad humana en todas sus manifestaciones de progresos, avances y fracasos se enfrenta a respuestas y adaptaciones de la naturaleza. Es muy necesario, por tanto, desarrollar acciones que modulen el difícil equilibrio de fuerzas que facilitan la vida y el bienestar armónicos en un entorno con recursos limitados sometido a agresiones de variada y compleja índole. Esta línea de pensamiento debe fortalecer la búsqueda activa, imaginativa y adaptada que ayude al restablecimiento de deterioros y promueva nuestro confort y la mejora del equilibrio del entorno. La biotecnología nos ofrece la posibilidad de incorporar los procesos biológicos como copartícipes del desarrollo, avance y bienestar de los humanos en un planeta que compartimos con otras formas de vida.

Este proyecto que tiene firme propósito de desarrollo en este curso 2021-2022 y en los cursos futuros.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Aplicar procedimientos que ayuden a los estudiantes del Grado en Ingeniería Química a establecer rutinas de trabajo en su aprendizaje y motiven su interés por la Bioquímica y la Biología Molecular. Pretendemos que los alumnos, mediante la consideración de las bases bioquímicas de procesos biotecnológicos con aplicación industrial, comprendan las posibilidades que los seres vivos pueden proporcionarnos para el desarrollo de procesos industriales más eficientes, menos contaminantes y más sostenibles. Además, proponemos reforzar el aprendizaje en un contexto colaborativo.

Objetivos basados en competencias:

En este proyecto ponemos el foco en competencias específicas relacionadas con:

- Estimular el desarrollo del trabajo colaborativo.
- Buscar, identificar y manejar fuentes fiables y primarias de información.
- Enfatizar el carácter cuantitativo de la Bioquímica
- Relacionar la Bioquímica y la Biología Molecular con sistemas y entornos de producción industrial.
- Reforzar las capacidades de organización y gestión de la información

PLAN DE TRABAJO

Descripción

Este proyecto se desarrolló mediante el diseño y elaboración por parte de los estudiantes de un cartel con los siguientes elementos (ver anexo II):

- 1.Descripción del producto (estructura química y propiedades).
- 2.Fundamentos bioquímicos de la producción (microorganismos, rutas metabólicas, mejora genética).
- 3.Componentes, fases, control y mejora de la producción industrial.
- 4.Aplicaciones del producto.
- 5.Fotografía original que represente simbólicamente el producto, su fabricación o sus aplicaciones.

A cada grupo de tres alumnos se les adjudicó un producto (ver anexo III) y se les proporcionó información relevante de partida sobre el mismo (capítulo de un libro o artículo). A partir de la asignación el grupo trabajó para asistir a la tutoría programada con un boceto y plan de trabajo sobre el diseño y los contenidos del cartel. Además, durante todo el período dedicado a la elaboración del cartel, los alumnos contaron con la ayuda de los profesores en tutorías a demanda (presenciales, en un aula virtual creada en *Studium* o por correo electrónico). Una vez completado el cartel los autores lo enviaron en formato PDF a la plataforma *Studium* (ver anexo IV). Los profesores revisaron y editaron los contenidos y mediante una rúbrica preparada *ad hoc* calificaron las aportaciones. A partir de este momento, los carteles se incorporaron a un repositorio digital disponible en *Studium* para todos los alumnos. Dos semanas más tarde, los grupos hicieron una breve presentación de su trabajo en el aula y. A continuación de cada presentación se abrió un período de discusión. Durante la semana siguiente a la presentación se abrió un Foro de dudas en *Studium* en el que los alumnos individualmente formularon preguntas a los autores. Los miembros del grupo concernidos respondieron las preguntas. Los profesores supervisaron el foro. Todas las etapas del proceso se incluyeron en una rúbrica de evaluación. En el anexo V se presenta una instantánea de uno de los diálogos.

Cronograma (basado en la programación de la Facultad de Ciencias Químicas)

ACTIVIDAD	CURSO
Elaboración de un cartel sobre la producción industrial de un producto biotecnológico	2021-2022
Fecha (18/02 al 13/05 de 2022)	Actuación
18/02/2022	Información a los estudiantes y asignación de un proceso a cada grupo de tres alumnos
1/04/2022	Tutorías programadas
29/04/2022	Envío del cartel a <i>Stodium</i>
13/05/2022	Presentación de los carteles en el aula
Semana del 13/05 al 20/05 de 2022	Foro abierto en <i>Stodium</i> (preguntas y respuestas) gestionado por los alumnos y supervisado por los profesores.
Durante todo el período	Atención tutorial a demanda*
Al finalizar la actividad	Compilación en un repositorio digital en <i>Stodium</i>

*A cada grupo se le asignó un tutor/a

Evaluación

Esta actividad se enmarca en el contexto de la evaluación continua de la asignatura **Introducción a la Biología Aplicada a los Bioprocesos**, del Grado en Ingeniería Química, que supone en total un 40% de la calificación final (el 60% de la evaluación restante corresponde a un examen final).

A esta actividad se le asigna un 25 % del valor de la evaluación continua (que corresponde a un 10 % de la evaluación final). Los profesores emplearon una rúbrica de referencia que contempló el diseño y contenidos del cartel, así como la presentación en el aula y las intervenciones en el foro de discusión.

Repositorio digital

Una vez entregados, corregidos y editados, los informes se incluyeron en un repositorio digital que está a disposición de todos los estudiantes en la plataforma *Stodium*. Este repositorio tiene vocación de crecimiento y ampliación en los próximos cursos.

RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados de esta actividad relacionados con la calificación de esta. En la figura 1 se presentan las calificaciones individuales obtenidas en la elaboración del cartel relacionadas con la calificación de la evaluación continua y la calificación final de la asignatura.

A

Curso 2021-22	Cartel	Eval Cont.	Examen	Calif. Final
Calificación máxima	10	40,0	60,0	100,0
Alumno				
1	8,5	37,0	29,1	66,1
2	6,2	34,7	31,6	66,3
3	5,7	28,2	24,6	52,8
4	9	36,0	39,7	75,7
5	6	17,6	0,0	17,6
6	8,5	29,6	45,2	74,8
7	6,2	35,5	43,8	79,3
8	8	26,8	8,7	35,5
9	9	35,3	34,1	69,4
10	10	37,3	51,6	88,9
11	6,5	24,2	26,0	50,2

B

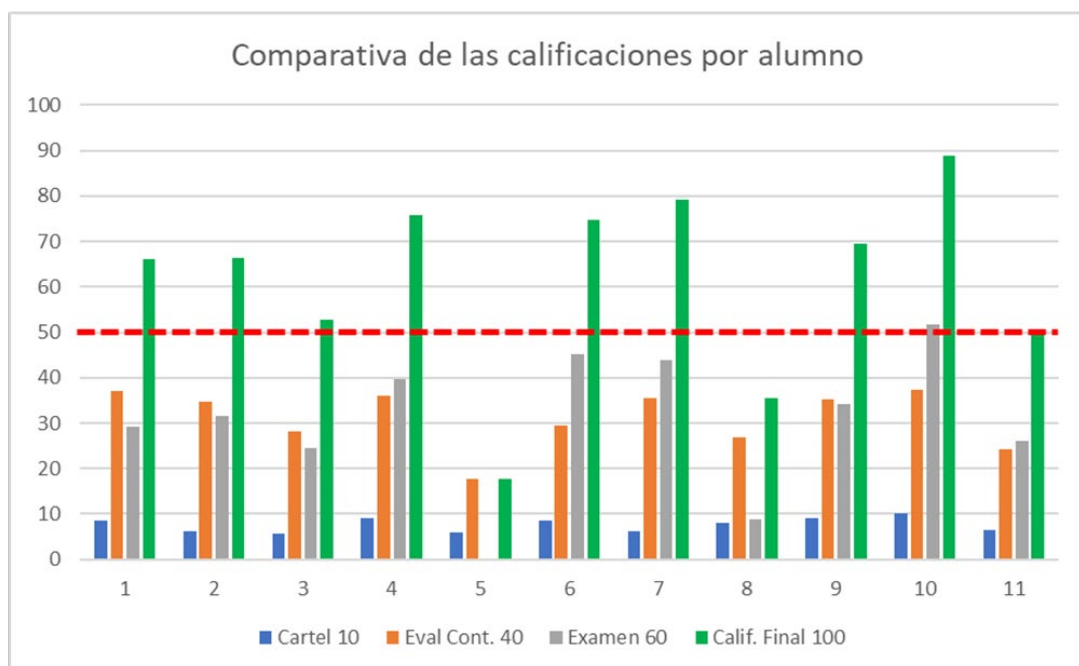


Figura 1. Calificaciones individuales obtenidas por los 11 alumnos matriculados en la actividad de elaboración de un cartel (máxima puntuación 10), comparadas con la calificación de la evaluación continua (máxima puntuación 40), con la calificación del examen final (máxima puntuación 60) y con la calificación final de la asignatura (máxima puntuación 100). La línea roja indica el aprobado. Panel A: Datos representados en el panel B

Encuesta a los alumnos en *Studium*

Los alumnos respondieron a una encuesta elaborada por los profesores en la plataforma *Studium*. Respondieron 10 alumnos de 11 matriculados. Los resultados relacionados con la actividad se presentan en la figura 2.

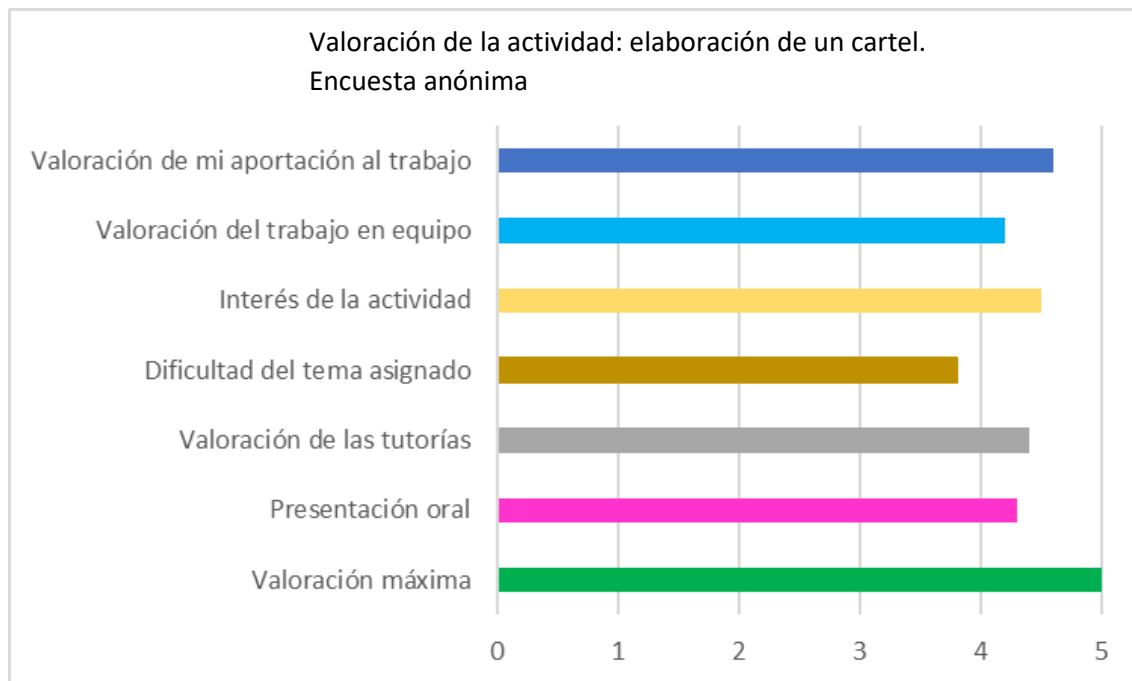


Figura 2. Valoración de diferentes aspectos relacionados con la actividad: la valoración máxima es 5 puntos

CONSIDERACIONES DE LOS PROFESORES

Esta actividad se enmarcó en el contexto de la evaluación continua de la asignatura Introducción a la Biología aplicada a los bioprocesos del segundo curso de Grado en Ingeniería Química. Consideramos que esta actividad es útil y puede consolidarse como actividad reglada en los próximos cursos porque es un trabajo colaborativo que requiere acudir a fuentes primarias y exige un esfuerzo de comprensión, de análisis y de síntesis. Además, introduce a los alumnos al campo de la producción industrial biotecnológica cuya proyección futura será de importancia estratégica en diferentes ámbitos de la producción a pequeña y gran escala. Los alumnos cumplieron con los requisitos de tiempo y forma establecidos y realizaron un trabajo destacable en algunos casos. Además, en la encuesta anónima realizada, declaran mayoritariamente su apreciación positiva.

Entendemos que es esencial que los estudiantes tengan plena conciencia de su papel como agentes activos en su proyecto de aprendizaje actual y a lo largo de toda la vida. Nuestro objetivo es catalizar ese proceso. Indudablemente, el esfuerzo, la dedicación y la atención son ingredientes básicos de la labor de todos.

AGRADECIMIENTOS

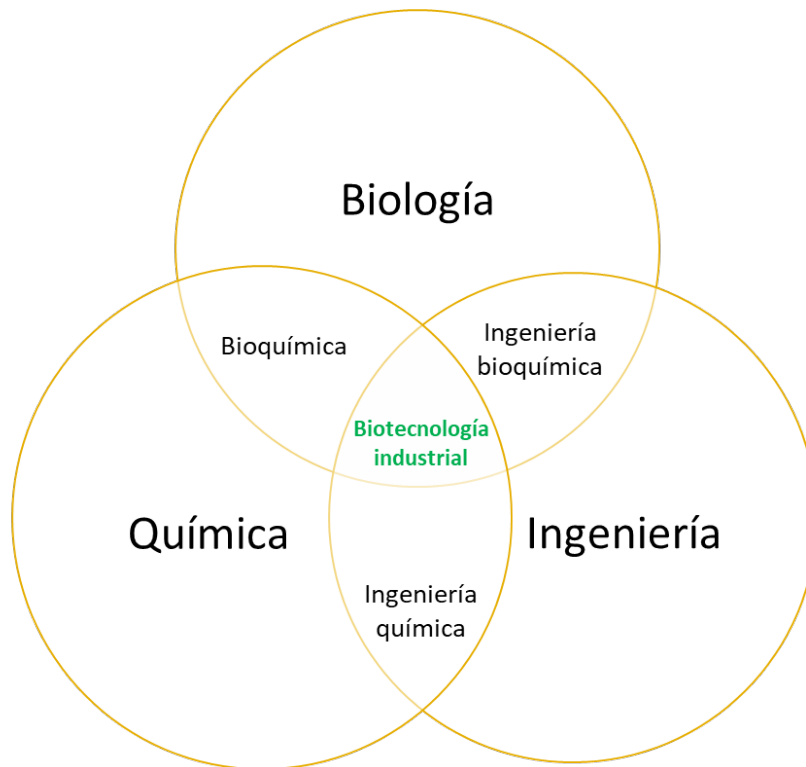
Los profesores agradecen a todos los alumnos matriculados (anexo VI) en la asignatura su trabajo, participación en la encuesta y aportación de críticas y comentarios

constructivos durante el desarrollo de esta a lo largo del semestre. Así mismo, agradecemos el apoyo institucional del equipo decanal y de los miembros del PDI (personal docente e investigador) y del PAS (personal de administración y servicios) de la Facultad de Ciencias Químicas. De forma especial resaltamos el esfuerzo de todos en las circunstancias especiales de este tercer período lectivo en el que no estamos confinados pero la pandemia COVID-19 aun altera la organización de la docencia.

REFERENCIAS

1. Enciclopedia británica Definición de Biotecnología.
<https://www.britannica.com/technology/biotechnology>.
2. Belandro-Montoro, M. Aprendizaje a lo largo de la vida. Concepto y componentes. Revista Iberoamericana de Educación 2017, 75, 219-234.
3. Katsimpouras C and Sptephanopoulos G Enzymes in biotechnology: Critical platform technologies for bioprocess development. Curr Op. in Biotechnol. 2021, 69, 91-102.
4. Committee on Future Biotechnology Products and Opportunities to Enhance Capabilities of the Biotechnology Regulatory System Preparing for Future Products of Biotechnology. 2017.
5. Bloch, M. S.; Paunescu, D.; Stoessel, P. R.; Mora, C. A.; Stark, W. J.; Grass, R. N. Labeling milk along its production chain with DNA encapsulated in silica. J. Agric. Food Chem. 2014, 62, 10615-10620.
6. Urgel de Almeida Lima et al. Biotecnologia Industrial. Processos Fermentativos e Enzimáticos; Edgard Blucher: 1969.

ANEXO I. Diagrama de Venn: confluencia de disciplinas en la Biotecnología industrial
(modificado de 6).



ANEXO II. Contenidos conceptuales del cartel

Cartel 2021-22. Grado en Ingeniería Química

Producción industrial de Compuestos Biotecnológicos

CONTENIDOS

Producto

**Bioquímica
del proceso**

**Producción
Industrial**

Aplicaciones

**Fotografía
conceptual**

ANEXO III. Carteles elaborados en el curso 2021-2022
(Productos de interés en medicina)

PRODUCTO	APLICACIONES	REFERENCIAS
Vacunas mRNA	Prevención de la infección por el virus SARS-Cov-2	https://www.pfizer.co.uk/behind-science-what-mrna-vaccine
Anticuerpos monoclonales	Tratamiento de enfermedades autoinmunes. (<i>Evinacumab</i> - Hipercolesterolemia familiar, <i>Mirikizumab</i> -Psoriasis, <i>Sarilumab</i> -Artritis reumatoide)	https://doi.org/10.1002/0471142735.im0205s102
Dornasa alfa	Tratamiento de la Fibrosis quística	https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD001127.pub4/full
DNA polimerasa Taq recombinante	Pruebas diagnósticas	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23326812/

ANEXO IV. Carteles presentados en el curso 2021-22

VACUNAS ARNm

ARN MENSAJERO

DNA → mRNA → Protein

APARTADO LIBRE

Desarrollo tradicional vs. Desarrollo de vacunas contra SARS-CoV-2

PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

APLICACIONES

- Gran participación científica y de voluntarios.
- Estudio y desarrollo simultáneo.
- Omisión de etapas.
- Asumir riesgos.

FOTO ORIGINAL

Sergio Sánchez Gómez
Ashiq Ferrero Hernández
Marcos Galán Conde

ANTICUERPOS MONOCLONALES

PRODUCTO Y BASES BIOQUÍMICAS

Un anticuerpo monoclonal se obtiene clonando a una única célula madre con alguna técnica que aísla las moléculas del anticuerpo que se produce contra un antígeno específico. Se clasifican en: murinos, quiméricos, humanizados y humanos. Según el tipo de cadenas de las que está compuesto el anticuerpo.

PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

- ❖ Introducir antígeno al ratón.
- ❖ Células productoras de anticuerpos, linfocitos B.
- ❖ Células tumorales.
- ❖ Hibridomas.

FUNCIÓN Y APLICACIÓN

Se emplean fundamentalmente en la medicina tanto en prevención como en tratamiento y diagnóstico de muchas enfermedades. También son utilizados para el desarrollo de determinados fármacos.

APARTADO LIBRE: CURIOSIDADES

La función de los anticuerpos monoclonales contra el cáncer se basa en marcar las células cancerosas para que al sistema inmunitario les sea más fácil reconocerlas y destruirlas. Un ejemplo de anticuerpo monoclonal utilizado en este ámbito es el *rituximab*.

- <https://theconversation.com/la-medicina-actual-no-existia-sin-anticuerpos-monoclonales-y-sin-los-animales-de-experimentacion-180254>
- <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/bra/temas/terapias/inmunoterapia/anticuerpos-monoclonales>
- <https://www.wakolatina.com/blog-reactivos/hoticias-wako/post/16-anticuerpos-monoclonales-y-sus-aplicaciones/>

ÁNGELA MUÑOZ GARCÍA
LAURA ÁLVAREZ MARTÍNEZ
ELENA FERRER MARTÍNEZ

Dornasa alfa

PRODUCTO Y BASES BIOQUÍMICAS

Solución altamente purificada de **desoxirribonucleasa**

FUNCIÓN Y APLICACIONES

- FIBROSIS QUISTICAS
- JARABE
- EXPECTORANTE

APARTADO LIBRE

1. Mucosidad viscosa por los largos filamentos de ADN
2. La Dnasa corta largos filamentos de ADN
3. La mucosidad se vuelve menos viscosa y más fácil de expectorar

PRODUCCIÓN INDUSTRIAL

Células CHO:

FOTOGRAFÍA ORIGINAL

2º Ingeniería química
Iriha Miranda Marcos
Belén Vázquez Bonete

Taq DNA polimerasa

1. Producto y bases bioquímicas

2. Función y/o aplicaciones

3. Producción industrial

4. Apartado libre

Bibliografía

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2711711/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2711711/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2711711/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2711711/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2711711/>

Mario Álvarez Claro Cubero
Lucía Cadenas Gutiérrez
Pablo García de Vega



ANEXO V. Instantánea de un diálogo en el foro de dudas

Foro de debate sobre los minipóster

Taq DNA polimerasa

Configuraciones ▾

◀ Vacunas ARNm

Domasa alfa ▶

Mostrar respuestas anidadas ▾

Mover este debate a... ▾

Mover

Se ha alcanzado la fecha límite para publicar en este foro, por lo que ya no puede publicar en él.

Taq DNA polimerasa

de LAURA ÁLVAREZ MARTÍNEZ - martes, 17 de mayo de 2022, 10:06

¿Por qué se reemplazó la *E.coli* por *Thermus aquaticus*?

[Enlace permanente](#) [Editar](#) [Borrar](#) [Responder](#) [Exportar al portafolios](#)

Re: Taq DNA polimerasa

de LUCÍA CADENAS GUTIÉRREZ - martes, 17 de mayo de 2022, 23:05

Hola, se reemplazó la DNA polimerasa de *Escherichia Coli* por la DNA polimerasa producida por la bacteria *Thermus aquaticus* ya que esta última es termoestable y no se inactiva a elevadas temperaturas y como para separar las cadenas del ADN hay que alcanzar temperaturas cercanas a los 94° si se utilizara la primera polimerasa, esta se inactivaría y habría que volver a añadirla otra vez después de cada separación.

[Enlace permanente](#) [Mostrar mensaje anterior](#) [Editar](#) [Dividir](#) [Borrar](#) [Responder](#) [Exportar al portafolios](#)

ANEXO VI. Listado de alumnos participantes (por orden alfabético)**Nombre Completo**

ÁLVAREZ MARTÍNEZ, LAURA

ÁLVAREZ-CLARO CUBINO, MARIO

CADENAS GUTIÉRREZ, LUCÍA

FERRER MARTÍNEZ, ELENA

FERRERO HERNANDEZ, ASHIQ

GALÁN CONDE, MARCOS

GARCÍA DE VEGA, PABLO

MIRANDA MARCOS, IRIHA

MUÑOZ GARCÍA, ÁNGELA

SÁNCHEZ GÓMEZ, SERGIO

VÁZQUEZ BONETE, BELÉN