

PROYECTO NATURA



ABRIL 2024

APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS
PARA LA DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS

En este proyecto, los alumnos hacen un repaso por las distintas ramas de la biotecnología y se adentran en el mundo de la biorremediación y la bioprospección para encontrar organismos que sean capaces de degradar plásticos. Además, diseñan un juego de cartas donde deberemos hacer uso de estos microorganismos para ser los primeros en limpiar diferentes ecosistemas de la contaminación.

PROYECTO NATURA

APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS PARA LA DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS

1. EQUIPO PARTICIPANTE

AREA TEMÁTICA: BIOTECNOLOGÍA					
Título del proyecto: APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS PARA LA DEGRADACIÓN DE PLÁSTICOS					
	Nombre y Apellidos	Centro	Localidad	Teléfono de contacto	Correo electrónico
Alumno/a UVEG	Sergio Martínez Garrido	Universitat de Valencia	Burjassot		
Profesor/a de la UVEG	Inmaculada Quilis Bayarri	Universitat de Valencia	Burjassot		
Profesor/a de secundaria	Miquel Àngel Campos				
Maestro/a de Primaria	Cuerpo de maestros de primaria				

ALUMNOS DE SECUNDARIA PARTICIPANTES	Curso	Asignatura
22	4º ESO	Biología
20	4º ESO	Biología

Número de alumnos de primaria que pueden participar: 80

Curso recomendado: 3er ciclo

PROYECTO INTERDEPARTAMENTAL SI/NO: NO

DEPARTAMENTOS QUE INTERVIENEN: -

2. OBJETIVOS

2.1 TEMA EN QUE SE ENMARCA EL PROYECTO

El proyecto se engloba dentro de biotecnología ambiental, concretamente en la biorremediación del medio ambiente mediante microorganismos. Se eligió este tema porque es una rama de la biotecnología de bastante interés que se puede aplicar a la contaminación de los plásticos y enlazarlo con iniciativas que se llevan a cabo en La Nostra Escola Comarcal.

Bloque temático de primaria y de secundaria:

El tema tratado ha sido la diversidad de los microorganismos y su capacidad de producir sustancias de interés, centrándonos en la actividad enzimática y su aplicación para degradar compuestos como los plásticos. Se han llevado a cabo dos aproximaciones, una más aplicada con los alumnos de secundaria y otra más conceptual con los de primaria.

2.2 CONCEPTOS A TRANSMITIR:

Idea principal: En el medio ambiente existe una gran diversidad de microorganismos. Con la ayuda de la biotecnología podemos detectar y seleccionar aquellos que nos interesen, en este caso para disminuir la contaminación por plástico en los ecosistemas.

Palabras clave: Biotecnología, Plástico, Biodegradación, Biorremediación, Bioprospección

2.3 OBJETIVOS:

PRIMARIA

Objetivos didácticos: Aprender a trabajar en equipo y colaborar. También aprender a cuidar el medio ambiente, no contaminar y promover alternativas sostenibles.

Objetivos científicos: Conocer la existencia de los microorganismos, sus propiedades y sus beneficios.

SECUNDARIA

Objetivos didácticos: Desarrollar pensamiento crítico y enfocar los problemas desde un punto de vista científico. Aprender a trabajar en equipo y comunicar

Objetivos científicos: Aprender sobre la biotecnología y sus aplicaciones más allá de lo visto en clase. También aprender sobre cómo se trabaja en un laboratorio, sobre microorganismos y como se lleva a cabo una bioprospección.

2.4. COMPETENCIAS BÁSICAS

Al finalizar el proyecto, se espera que los alumnos desarrollen competencias básicas en biotecnología y microbiología, así como un afán de divulgación y la capacidad de aplicar las herramientas que tienen a su disposición para llevar a cabo sus proyectos.

3. MATERIALES I METODOLOGÍA

Materiales:

TALLER DE BIOPROSPECCIÓN			
AGAR LB	TWEEN-20	MANTEQUILLA	PLACAS PETRI
MICROPIPETAS	PUNTAS	ASAS DE SIEMBRA	LAMPARAS DE ALCOHOL

JUEGO DE CARTAS	
CANVA	MATERIAL DE COPISTERÍA

Metodología:

La Nostra Escola Comarcal presenta un tipo modelo educativo distinto al tradicional haciendo uso del aprendizaje basado en proyectos. Desde este punto de vista, los alumnos están acostumbrados a trabajar de una manera distinta dinamizando el temario e involucrándose más en él. El propio Projecte Natura se llevó a cabo de manera paralela con la asignatura de Biología donde los alumnos tuvieron que investigar y realizar presentaciones sobre distintas aplicaciones biotecnológicas. Gracias a los temas tratados durante las sesiones pudieron comprender mejor como funciona la biotecnología y enfocar mejor estos trabajos.

A partir de una primera sesión donde se conocieron las bases del alumnado, el proyecto se desarrolló a través de sesiones secuenciales donde se continuaba tratando la temática al mismo tiempo que se trabajaba lo aprendido en la anterior. Al final de cada sesión los alumnos se iban a casa con una pequeña tarea para la siguiente sesión con el objetivo de que no perdiesen el hilo y fomentar el trabajo autónomo. Los requisitos eran los mismos para todos, pero aquellos alumnos que estuvieran más interesados podían profundizar en la tarea y comentarlo al llegar a clase.

En el taller de bioprospección también se ha fomentado la cooperación entre los compañeros y el trabajo en equipo, una vez realizada la explicación los alumnos pasaban a ser los protagonistas y entre ellos debían trabajar y ayudarse para sacarlo adelante, siempre supervisados.

A la hora de diseñar el juego de cartas los alumnos de secundaria tuvieron la oportunidad de plasmar sus ideas para diseñar un producto que se pudiera llevar a primaria y donde la metodología usada para transmitir las ideas sería un torneo. En este torneo los alumnos de primaria tratarían la problemática de los plásticos y los microorganismos de una manera más directa, aplicándolos a ecosistemas para poder limpiarlos.

Lugar y/o requerimientos de espacio:

Las actividades se llevaron a cabo principalmente en el aula de STEM del instituto, una sala con espacio suficiente para los 20 alumnos donde se podían distribuir de diferentes maneras según lo requiriera la actividad. En algunas ocasiones las mesas se distribuían para 4 o 5 personas mientras que en otras se colocaba una mesa central donde desarrollar la actividad. En torneo que está planeado realizarse en primaria se llevará a cabo en las aulas correspondientes que cada curso, organizando a los alumnos en grupos de 4.

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

CRONOGRAMA		
1ª SESIÓN	21/03/2024	DISPARADOR DEL PROYECTO
2ª SESIÓN	09/04/2024	TALLER DE BIOPROSPECCIÓN
3ª SESIÓN	16/04/2024	ANÁLISIS DE RESULTADOS
4ª SESIÓN	23/04/2024	DISEÑO DE UN JUEGO DE CARTAS
5ª SESIÓN	30/04/2024	PUESTA A PUNTO DEL JUEGO

El proyecto se desarrolla con dos grupos de 20 alumnos, a lo largo de un mes, a través de 5 sesiones de 1 hora cada uno. En estas sesiones, los alumnos aprenden como se trabaja en un laboratorio y como la biotecnología puede usarse para solventar la contaminación de los plásticos. Además, con lo aprendido diseñan un juego de mesa para transmitir las ideas a primaria.

Previamente al inicio de la segunda sesión, se prepararon dos medios de cultivo diferentes para llevar a cabo la bioprospección. Tras preparar y esterilizar en autoclave dos matraces de 500 mL con Agar LB (Lennox) de la marca Condalab, se dejaron reposar para que disminuyera la temperatura hasta unos 40-50°C y se suplementaron uno con Tween-20 y otro con grasa de mantequilla.

- Para el medio de cultivo con Tween-20, se preparó una dilución al 10% del detergente stock y se inocularon 5 mL para conseguir una concentración final del 0,1% en el medio (Sierra, 1957).
- Para el medio de cultivo con grasa de mantequilla, se compró mantequilla de supermercado, se derritió en el microondas y se centrifugó para eliminar la fase acuosa. La parte grasa al ser más densa precipita y es conservada en frío para su uso. Se inocularon 2,5 mL sobre los 500 mL de medio para conseguir una concentración final del 0,5% (Shelley, 1987).

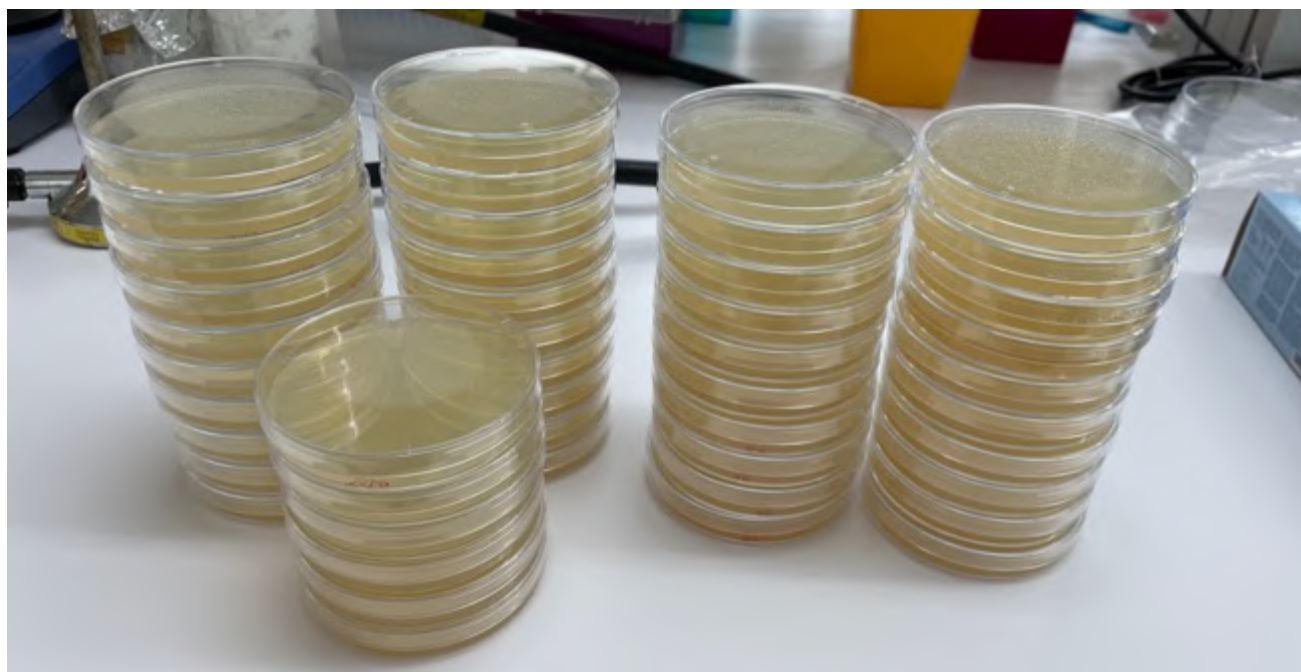


Figura 1. Placas con los medios de cultivo LB ya preparados para utilizar en el taller de bioprospección. A la izquierda los medios con Tween-20 y a la derecha con grasa de mantequilla.

1ª SESIÓN: DISPARADOR DEL PROYECTO

Aprovechando que los alumnos tenían planeada una visita al campus de Burjassot decidimos dar comienzo a nuestro proyecto dando más a conocer la biotecnología, sus diferentes ramas y aplicaciones. Nos reunimos en el salón de actos de la Facultad de Matemáticas y los alumnos pusieron en común lo que sabían sobre esta disciplina. Al preguntarles si sabían que era la biotecnología o si sabrían definirla, solo unos pocos dieron una breve definición.

Conociendo su punto de partida, repasamos el contenido que podían encontrar en Internet sobre la biotecnología. Tratamos las diferentes ramas que se dice que existen y vimos como tienen que tomar esta información desde un punto de vista crítico. Un ejemplo de esto sería la rama “color café” que se dice que trata los suelos áridos y desérticos, cuando la realidad es que se trata de una combinación de biotecnología ambiental y vegetal.

A continuación, a través de una presentación, repasamos las diferentes ramas, su evolución con la historia y algunos ejemplos. Los temas tratados se pueden ver en el ANEXO 1. Una de las ideas principales del proyecto es buscar candidatos a degradadores de plásticos y para ello un primer paso es detectar actividades esterasa mediante una bioprospección. Además, con el repaso por las diferentes ramas, los alumnos consiguieron una visión más clara de las posibilidades que presenta la biotecnología. De esta forma, estuvieron más preparados para afrontar su asignatura de biología donde tienen un tema dedicado a la biotecnología y donde deben preparar una exposición sobre esta.



Figura 2. Charla sobre biotecnología a los alumnos de La Nostra Escola Comarcal en el salón de actos de la Facultad de Matemáticas de la Universitat de Valencia.

Una vez contextualizado el proyecto, los alumnos recibieron un tubo falcon de 50 mL con el que tomar una muestra de agua en la naturaleza y que debían traer para la siguiente sesión. Al terminar la charla visitamos distintas localizaciones del campus como el Museo de Historia Natural, la exposición “Una visita al genoma” y los departamentos de genómica y proteómica.

2ª SESIÓN: TALLER DE BIOPROSPECCIÓN

En esta segunda sesión, los alumnos aprendieron como se trabaja en un laboratorio y como se lleva a cabo una siembra de placas. Antes de empezar con el taller, aclaré la necesidad de mantener unas condiciones de higiene mínimas lavándose las manos y desinfectando la superficie de trabajo. Aunque no disponíamos de batas, estas también son necesarias en el laboratorio.

Para desarrollar la actividad utilizamos las muestras de agua que se les pidió que tomaran, además de medios de cultivo, micropipetas, puntas, asas de siembra y lámparas de alcohol. Para poder seguir las explicaciones y que ningún alumno se quedará atrás, se organizaron en grupos de 5 alumnos que fueron pasando por una mesa central donde sembrarían los medios.

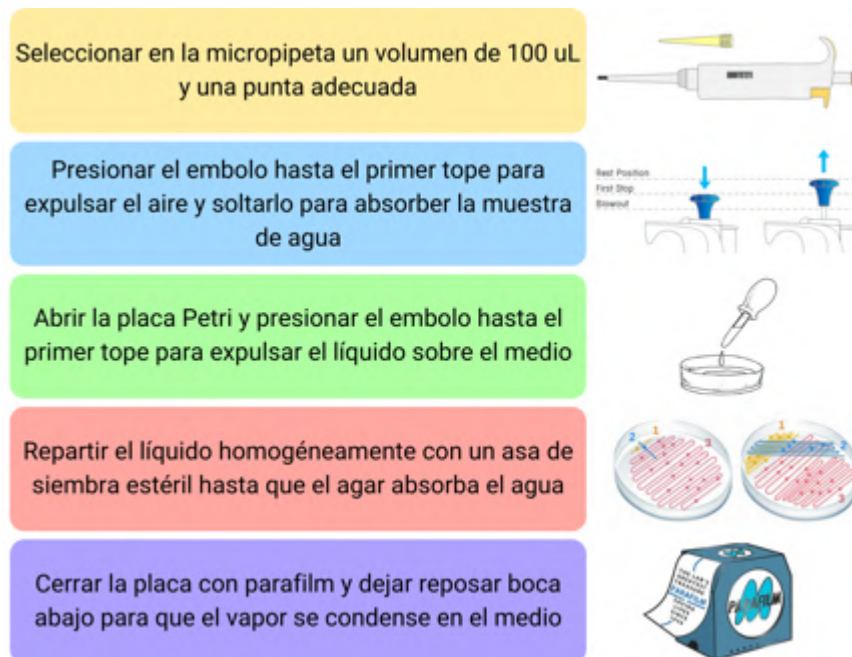


Figura 3. Protocolo de inoculación seguido para llevar a cabo la inoculación de los medios de cultivo en el taller de bioprospección.

Si recordamos había dos medios de cultivo distintos, uno con Tween-20 y otro con grasa de mantequilla. Ambos compuestos están formados en mayor o menor medida por ácidos grasos que presentan enlaces éster. Si los microorganismos presentan actividad esterasa, serán capaces de cortar estos enlaces y alimentarse de los ácidos grasos.

Una vez sembradas todas las placas se incuban a 28°C durante 3 días. Durante este periodo, ha dado tiempo a que crezcan todo tipo de microorganismos diferentes.

A partir de las placas sembradas, seleccioné 3 colonias de morfología diferente por alumno y les hice un pase en el mismo medio, distanciadas para poder visualizarlas mejor. Se volvieron a incubar a 28°C durante 3 días hasta la siguiente sesión.

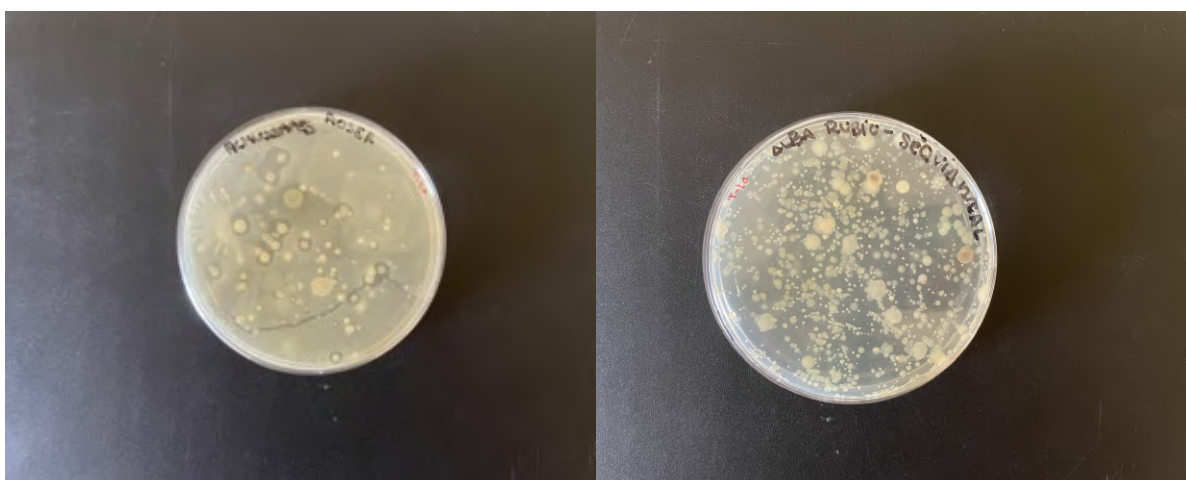


Figura 4. Crecimiento en las placas sembradas por los alumnos tras la incubación a 28°C.

3ª SESIÓN: ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta tercera sesión abordamos la problemática de los plásticos, comprobamos los resultados de las siembras y analizamos si había algún microorganismo de interés.

En los años 50 la producción mundial de plástico era de 2 millones de toneladas y ha ido creciendo exponencialmente hasta aproximadamente 450 millones de toneladas en la actualidad. Además, gran parte de los residuos no son reciclados y acaban en vertederos o en la naturaleza. Debido a la presencia de estos contaminantes en los ecosistemas, los organismos han desarrollado y adaptado mecanismos para alimentarse de ellos o por lo menos hacerlos menos nocivos.

En el experimento diseñado lo que buscamos son microorganismos que presenten actividad esterasa. Las botellas de plástico están compuestas de PET, una molécula que en su interior contiene un enlace éster. Es por ello por lo que un primer paso en la degradación de este plástico sería romper este enlace.

- ¿Y CÓMO DETECTAMOS QUE HAY ACTIVIDAD ESTERASA?

Al tratarse de agar LB muchos microorganismos van a ser capaz de crecer sin la necesidad de aprovechar los ácidos grasos que hemos comentado anteriormente. Sin embargo, los organismos que sean capaces de cortar los enlaces éster mostrarán alrededor de su colonia un halo. Cuando se produce el corte, el ácido graso se libera de la molécula principal y puede reaccionar con el Ca^{2+} que se encuentra libre en el medio. Esta unión es insoluble lo que produce un precipitado que es lo que nosotros vemos como un halo.

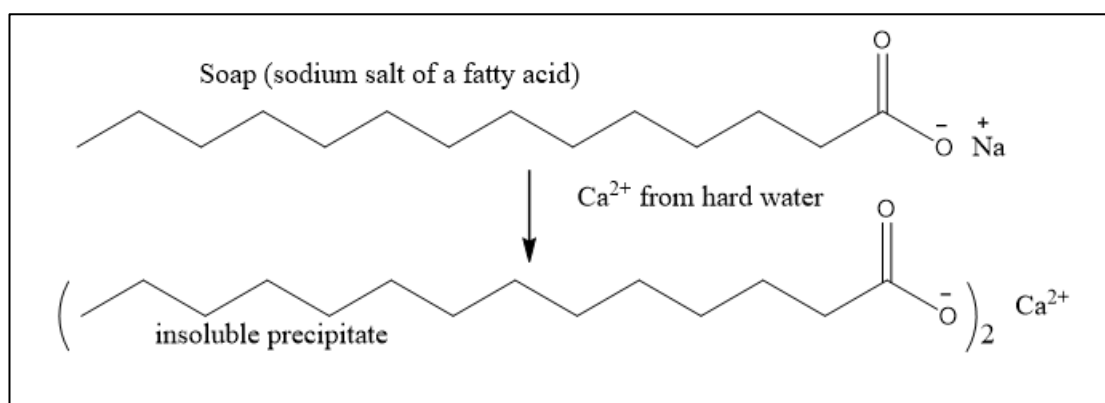


Figura 5. Representación de lo que le ocurre al ácido graso liberado por la actividad esterasa de los microorganismos en el medio de cultivo. Al reaccionar con el catión Ca^{2+} se insolubiliza y precipita.

- ¿POR QUÉ NO USAR LAS PRIMERA PLACA INOCULADAS?

Si las primeras placas que sembraron los alumnos ya estaban suplementadas, ¿Por qué no observar el halo en esas placas? Debido a la carga que tenían las muestras que se sembraron, a los 3 días de incubación los medios estaban completamente colonizados por todo tipo de microorganismos sin dejar ningún espacio libre. Es por ello por lo que se hizo un pase seleccionando las morfologías más diferentes para aumentar la probabilidad de encontrar y poder detectar la actividad de interés.

RESULTADOS			
MEDIO CON TWEEN-20		MEDIO CON GRASA DE MANTEQUILLA	
COLONIAS POSITIVAS	COLONIAS NEGATIVAS	COLONIAS POSITIVAS	COLONIAS NEGATIVAS
16	29	3	37



Figura 6. Crecimiento en placa de tres colonias aisladas de los medios sembrados por los alumnos. Alrededor de las tres colonias se observa un halo que corresponde al precipitado de los ácidos grasos al reaccionar con el calcio.

Como se puede ver en los resultados, la mayoría de las colonias que presentan actividad las encontramos usando Tween-20 como sustrato. Sin embargo, con este medio no podemos distinguir si se trata de una actividad esterasa como tal o de una actividad lipasa. Por eso, uno de los siguientes pasos que se llevarían a cabo en la bioprospección sería probar sustratos más específicos para la actividad o sustratos más específicos para el plástico que queremos degradar, como por ejemplo policaprolactona o ácido tereftálico (Galarza-Verkovitch et al., 2023) (Molitor et al., 2020).

Respecto al bajo número de positivos en el medio con grasa de mantequilla respecto al medio con Tween, lo más probable es que esto se debiera a impurezas presentes en el producto obtenido de la centrifugación. Por lo tanto, un paso para mejorar el protocolo sería filtrar el precipitado obtenido tras la centrifugación o utilizar directamente butirina, uno de los ácidos grasos mayoritarios en la mantequilla.

Una vez analizados los resultados y vistos los siguientes pasos que se podrían seguir, los alumnos deberán preparar la siguiente sesión. Para ello deben hacer una pequeña búsqueda en Internet y apuntar el género y la especie de dos organismos capaces de degradar plásticos.

4ª SESIÓN: DISEÑO DE UN JUEGO DE CARTAS

Una vez realizamos las sesiones de laboratorio toca plasmar lo aprendido en un producto con el que podamos acercar a la gente la problemática y sus posibles soluciones. Para ello, decidimos hacer un juego de mesa cuya mecánica principal es utilizar microorganismos para deshacernos de plásticos.

En esta sesión nos centramos en el diseño de las cartas, las mecánicas y los dibujos. Debido a la falta de tiempo y para no robar horas al resto de asignaturas, preparé las bases del juego y algunos dibujos mediante inteligencia artificial. La función del alumnado es elegir los diseños que más les gusten y sobre la base diseñar cartas especiales con las que dinamizar el juego.

Partimos de unos ecosistemas contaminados con diferentes plásticos: microplásticos, polipropileno, polietileno y policloruro de vinilo.



Figura 7. Diseños de los ecosistemas generados por inteligencia artificial y seleccionados por los alumnos de secundaria.

A continuación, tenemos cuatro grupos de microorganismos que son capaces de degradar estos plásticos: bacterias, hongos, levaduras o insectos. Dependiendo de la complejidad del polímero y la capacidad del organismo, se agrupan en colores y de esta forma solo un tipo de organismo puede degradar un tipo de plástico. Además, dejando claro que contaminar no es correcto, existen también cartas de plásticos para entorpecer al resto de jugadores. El objetivo final del juego es ser el primero en limpiar tus ecosistemas.



Figura 8. Diseños de organismos generados con inteligencia artificial y seleccionados por los alumnos de secundaria.

Pusimos en común la tarea que tenían de buscar el nombre científico de organismos degradadores de plásticos. Estos nombres, una vez comprobados, son los que llevan los organismos del juego. De esta manera también se familiarizan con los conceptos de género y especie y aprenden que el nombre científico se escribe en cursiva. Por razones estéticas, en las cartas finales, el nombre de los organismos no está escrito en cursiva.

Por último, para hacer el juego más entretenido, los alumnos diseñaron cartas con características especiales en base a lo aprendido en las anteriores sesiones o de otros juegos que hayan probado.

CARTAS ESPECIALES DISEÑADAS POR LOS ALUMNOS DE SECUNDARIA	
BIOFILM	Permite defenderse de la carta de otro jugador
REBOTE	Además de defenderte de la carta de otro jugador, te permite devolver su efecto
TRANSFERENCIA HORIZONTAL	Permite robar el organismo del ecosistema de otro jugador para colocarlo en tu propio ecosistema
MALA GESTIÓN	Permite deshacerte de un plástico de tu ecosistema y colocarlo en el ecosistema de otro jugador

FLUJO GÉNICO	Permite intercambiar tu ecosistema por el de otro jugador, con organismos y plásticos incluidos
RECICLAJE	Permite cambiar las cartas de la mano entre jugadores
BIOESTIMULACIÓN	Permite duplicar la efectividad de un organismo
OLA DE CALOR	Permite que todos los jugadores eliminen un plástico de su ecosistema
SELECCIÓN ARTIFICIAL	Permite seleccionar cualquier carta del montón de descartes

5ª SESIÓN 5: PUESTA A PUNTO DEL JUEGO DE CARTAS



En esta última sesión, los alumnos pusieron a prueba el juego de cartas. Se organizaron en grupos de 4 personas para jugar y ofrecieron comentarios sobre cosas a cambiar o mejorar.

Con todas las anotaciones se puso a punto y se preparó su versión definitiva que llevar a Expociencia. Esta versión es la que también se llevará a Primaria para organizar un torneo final que aún no se ha realizado, pero está previsto para el mes de mayo. La versión definitiva y el material utilizado durante las sesiones se puede encontrar escaneando el código QR.

5. CONCLUSIONES

El sentimiento general de todos los participantes es muy positivo. Por un lado, se ha dado más a conocer la biotecnología y se han abierto las puertas a aquellos interesados a adentrarse en este mundo. Además, la temática tratada ha servido para concienciar sobre la problemática de los plásticos y se ha podido hacer llegar a más gente a través de Expociencia y de la semana cultural de La Nostra Escola Comarcal.

Conclusiones de los alumnos:

El alumnado en general está muy satisfecho tanto del desarrollo como del resultado de la investigación, mostrando incluso en algunos casos una predisposición a la realización de estudios académicos relacionados con la temática -estudios postobligatorios en la Universidad-.

El alumnado ha hecho una valoración muy positiva del taller de bioprospección. Se han sentido protagonistas desde el primer instante con la recogida de muestras de aguas de diferentes orígenes, así como de su gestión y posterior sembrado en placa, comprobando asimismo la presencia de organismos vivos en las muestras.

El juego de cartas ha sido el apartado con mayor valoración positiva del grupo viendo realizadas las ideas previas a partir de la confección de las normas de juego, así como la realización de estas. Por el contrario, y atendiendo a la disponibilidad del horario previsto en los diferentes grupos-aula, no han sido partícipes de la elaboración de las cartas, siendo esta una tarea realizada por el alumno de la Universidad que coordinaba la actividad. En caso de repetir dicha actividad, se propondrá participar en dicha elaboración.

Aunque aún no se ha llevado a Primaria, viendo los resultados de Expociencia es de esperar que los alumnos disfruten del juego al mismo tiempo que aprenden sobre la importancia del reciclaje de los plásticos para que los ecosistemas continúen limpios.

Conclusiones del equipo docente:

Sergio ha sido un estudiante creativo y resolutivo y totalmente autónomo en el desarrollo de su proyecto. Ha buscado soluciones a los problemas que surgían y ha temporalizado y adaptado la propuesta a las necesidades del centro. Mi papel ha consistido en acompañarle para facilitarle los recursos necesarios pero siempre al servicio de su diseño y decisiones. Sergio ha estado implicado en todo momento, ha cumplido con todas las propuestas de Projectes Natura y ha desarrollado propuestas de calidad por lo que se refiere al taller de bioprospección en Secundaria y al juego de cartas destinado a todos los públicos incluyendo por supuesto a los estudiantes de Primaria. Mi enhorabuena a Sergio por el esfuerzo y el resultado y estoy segura de que el producto final podría trascender a este proyecto como han propuesto desde el centro educativo. Por todo creo que Sergio ha adquirido competencias que le ayudarán en su carrera futura especialmente si se dedica a la didáctica o la divulgación.

Nuestra valoración, desde la perspectiva de instituto de educación secundaria, es muy positiva para mejorar la concienciación y respeto del medio ambiente. Partiendo de la problemática presente y futura del uso y gestión de los plásticos, hacemos una valoración muy positiva de la exposición realizada tanto por el contenido como por la adaptación de esta al contexto del alumnado de cuarto de secundaria, haciendo uso de múltiples ejemplos para muchos de los ámbitos en los que los plásticos están presentes en la sociedad.

Desde el inicio del taller, hemos partido de la coordinación previa de los diferentes actores -profesor de Biología del grupo, así como alumno colaborador de Biotecnología de la Universidad- atendiendo tanto a la programación de las sesiones como al contenido de las clases teóricas. Por ello, hemos programado una sesión continua con cada grupo-aula los martes, para así los lunes y los jueves, en clase, trabajar conjuntamente un proyecto de investigación sobre los usos de la Biotecnología en sus diferentes ámbitos -alimentaria, agrícola, industrial, biomédica y ambiental, etc-.

En cuanto a las clases, se ha visto una implicación muy positiva por parte del estudiante de Biotecnología tanto en lo que se refiere a la preparación de documentación -presentaciones digitales, uso de herramientas IA para la confección y diseño de cartas, propuesta de normas de juego, etc- así como en cuanto al contenido de las exposiciones. Aprovechamos dicha oportunidad para felicitar el trabajo realizado, así como animar al estudiante a continuar investigando en nuevas técnicas para desarrollar la didáctica de la ciencia.

6. VALORACIÓN DEL PROYECTO

La valoración desde el punto de vista del estudiante de grado también es muy positiva. Primero, por toda la gente que ha estado involucrada en el proyecto ya que sin ellos no habría sido posible. Desde el personal del centro, pasando por el tutor Miquel Àngel y todos los alumnos. También a mi tutora Inma Quilis que ha estado pendiente en todo momento de lo que necesitara y me ha permitido estar en su laboratorio para preparar los materiales.

Esta ha sido una gran oportunidad para concienciar sobre la contaminación de los plásticos y divulgar sobre la biotecnología y la ciencia en general. Además, se ha dado a conocer la diversidad de organismos que existen en la naturaleza y como estos pueden servirnos de gran utilidad. Los talleres que se han realizado no son una mera experiencia, sino que tienen aplicaciones reales que ya se usan en el día a día en mayor o menor escala. Los alumnos han quedado satisfechos con lo aprendido y las sesiones se han llevado de una manera amena que todo el mundo ha podido seguir. Por otro lado, el juego de cartas que hemos creado es una herramienta ideal para que todo el mundo pueda aprender lo mismo que hemos trabajado en el aula y si les interesa que puedan ampliar sus conocimientos a partir de la información que les otorgamos, principalmente los nombres científicos de los organismos.

Siempre me he planteado la enseñanza como una salida profesional tras terminar mis estudios. Gracias a esta experiencia he podido ver más de cerca como trabajan los profesores y he podido probar a llevar

una clase por mismo. Al ponerme en la piel del profesor he entendido como se sientes estos cuando tratan con los alumnos, lo complicado que es manejar una clase tan grande y captar su atención. Por otro lado, es un trabajo muy agradecido cuando a los alumnos les interesa el tema del que les hablas y te hacen preguntas relacionadas que puedes responderles.

En general ha sido una experiencia muy enriquecedora, el poder aportar aunque sea un poco a la educación de los alumnos y a la concienciación de las personas. Si te interesa la educación es una oportunidad que no puedes dejar pasar.

7. IMAGENES DEL DESARROLLO DEL PROYECTO



Figura 9. Imágenes de la visita de los alumnos de La Nostra Escola Comarcal al campus de Burjassot. La primera, quinta y sexta imagen corresponden al Museo de Historia Natural de la Universitat de Valencia. La segunda imagen corresponde la exposición “Una visita al genoma”. La tercera y cuarta imagen corresponde al departamento de Genómica en el Edificio de Investigación Jerónimo Muñoz.



Figura 10. Imágenes del taller de bioprospección donde los alumnos sembraron sus medios de cultivo a partir de las muestras que trajeron.



Figura 11. Imágenes del taller de bioprospección y del análisis de resultados. En la última imagen los alumnos observan como han crecido las placas que sembraron.



Figura 12. Imágenes de los alumnos poniendo a prueba el juego de cartas que diseñaron.

8. EXPOSICIÓN DE LAS DIFICULTADES PARA DESARROLLAR EL PROYECTO

En general el proyecto ha podido salir adelante sin muchas dificultades, sin embargo, ha habido algunos pequeños baches que hemos tenido que superar.

El primero, encontrar el medio de cultivo adecuado para llevar a secundaria. La mayoría de los estudios que se llevan a cabo en el tema de degradación de plásticos utilizan sustratos que o bien son caros o son tóxicos. Algunos ejemplos son el benceno y el tolueno que además de ser tóxicos para los humanos, los medios de cultivo no se podrían haber tirado a la basura como se hace normalmente, sino que habrían requerido un tratamiento especial debido a estos compuestos. Es por ello por lo que era esencial encontrar un sustrato accesible pero que a la vez fuera representativo de lo que se quería mostrar.

Aquí es donde aparece la butirina, un ácido graso que se ha usado en varios estudios junto a otros sustratos para analizar la capacidad degradadora de diferentes microorganismos. Esta grasa es una de las principales en la mantequilla y siguiendo un antiguo protocolo se llevó a cabo la purificación de esta. Un pequeño detalle para tener en cuenta a la hora de seleccionar la mantequilla fue que no llevase fermentos lácticos pues en algunos supermercados se vende de esta forma y habría contaminado los medios de cultivo.

Además de la mantequilla, para asegurar el resultado se seleccionó Tween-20, un detergente que contiene una molécula de laurato con un enlace éster que también nos permite detectar la actividad esterasa.

Otro pequeño inconveniente fue conseguir las lámparas de alcohol para hacer el taller de bioprospección ya que en la universidad no había disponibles el proveedor tardó demasiado. Sin embargo, no eran esenciales pues su uso no era evitar la contaminación sino simular las condiciones de un laboratorio de microbiología y que entendiesen el concepto de trabajar en esterilidad.

Por último, como el proyecto se quería llevar a cabo al mismo tiempo que los alumnos trabajaban la biotecnología en la asignatura de Biología, los talleres ocurrieron muy avanzados en el curso y con 1 hora por clase a la semana para no quitar más tiempo al resto de asignaturas. De todas formas intenté que los alumnos se involucrarán el máximo posible en el proyecto, haciendo trabajo en casa y participado en la selección de diseños y mecánicas en el juego de cartas.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Shelley, A. W., Deeth, H. C., & MacRae, I. C. (1987). Comparison of a simple butterfat agar medium with other media used for isolation and enumeration of lipolytic bacteria from dairy products. *The Journal of dairy research*, 54(3), 413–420. <https://doi.org/10.1017/s0022029900025590>
2. SIERRA G. (1957). A simple method for the detection of lipolytic activity of micro-organisms and some observations on the influence of the contact between cells and fatty substrates. *Antonie van Leeuwenhoek*, 23(1), 15–22. <https://doi.org/10.1007/BF02545855>
3. Galarza-Verkovitch, D., Turak, O., Wiese, J., Rahn, T., Hentschel, U., & Borchert, E. (2023). Bioprospecting for polyesterase activity relevant for PET degradation in marine Enterobacterales isolates. *AIMS microbiology*, 9(3), 518–539. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2023027>
4. Molitor, R., Bollinger, A., Kubicki, S., Loeschke, A., Jaeger, K. E., & Thies, S. (2020). Agar plate-based screening methods for the identification of polyester hydrolysis by *Pseudomonas* species. *Microbial biotechnology*, 13(1), 274–284. <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13418>

ANEXO 1

- Rama agroalimentaria

Con esta rama los alumnos vieron como la biotecnología lleva usándose desde hace miles de años con la fermentación de productos para conservarlos y conseguir nuevas propiedades organolépticas, como sería el caso del queso o el vino. La biotecnología también ha estado presente en la domesticación de vegetales con el objetivo de conseguir las características deseadas y cuyo mejor ejemplo podría ser *Brassica oleracea*.



Figura 12. Diapositiva sobre la fermentación de los alimentos.

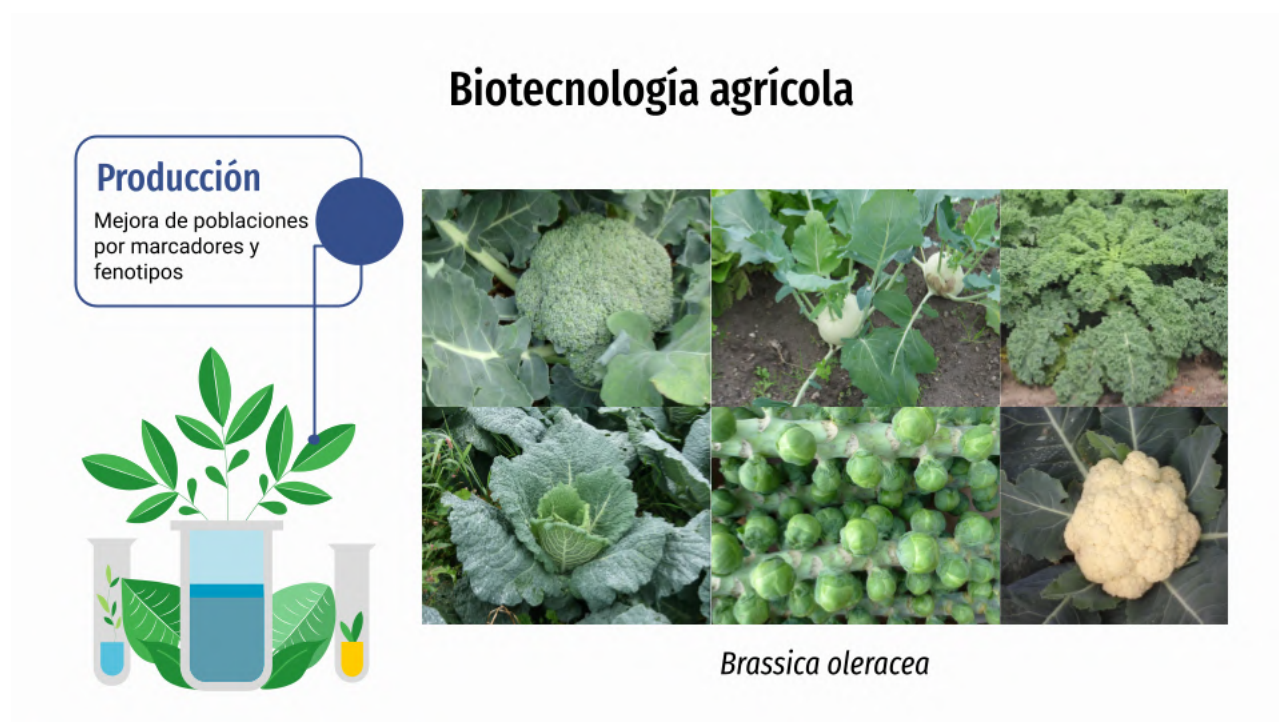


Figura 13. Diapositiva sobre la domesticación de los vegetales.

En la biotecnología moderna, además que continuar mejorando las fermentaciones, ha surgido la biofortificación que busca aumentar el valor nutricional de los alimentos desde su origen y cuyo principal representante es el arroz dorado. También se busca mejorar los cultivos para que sean más resistentes a condiciones adversas, factor muy importante con el actual cambio climático.

Biotechnología de alimentos



Fortificación

Aumentar el valor nutricional de los alimentos



Food Microbiology 77 (2019) 41–48

Contents lists available at ScienceDirect

Food Microbiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/fm

In situ riboflavin fortification of different kefir-like cereal-based beverages using selected Andean LAB strains

Alba Viquez^a, Mariana Rivas^{a,*}, Giuseppe Ippolito^b, Isabella Khomenko^c, Franco Rinaldi^d, Vittorio Caputo^e, Ross Anwar^{f,g,h,i}

^aDepartment of Food Science and Technology, Universidad de Chile, Santiago, Chile; ^bDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^cDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^dDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^eDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^fDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^gDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ^hDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy; ⁱDepartment of Food Science and Technology, University of Naples, Naples, Italy

ARTICLE INFO

Keywords:

Abbreviations:

Introduction:

Conclusions:

1. Introduction

Development of new functional beverages is a growing sector of the food industry due to an increasing demand for foods that confer health benefits and reduce the risk of chronic diseases. Functional foods are the most popular functional beverages in Western Europe and North America (Liu et al., 2015). However, new food functional beverages are particularly attractive in order to avoid daily changes and maintain the natural functional benefits and to support some alternative natural ingredients (Liu et al., 2015; Liu et al., 2016). Moreover, new food functional beverages are particularly attractive in order to avoid daily changes and maintain the natural functional benefits and to support some alternative natural ingredients (Liu et al., 2015; Liu et al., 2016). Moreover, new food functional beverages are particularly attractive in order to avoid daily changes and maintain the natural functional benefits and to support some alternative natural ingredients (Liu et al., 2015; Liu et al., 2016).

2. Materials and Methods

2.1. Strains and Media

2.2. In situ Riboflavin Fortification

2.3. Sensory Evaluation

2.4. Statistical Analysis

3. Results and Discussion

3.1. In situ Riboflavin Fortification

3.2. Sensory Evaluation

3.3. Statistical Analysis

4. Conclusions

5. Acknowledgements

6. References

7. Appendix A

8. Appendix B

9. Appendix C

10. Appendix D

11. Appendix E

12. Appendix F

13. Appendix G

14. Appendix H

15. Appendix I

16. Appendix J

17. Appendix K

18. Appendix L

19. Appendix M

20. Appendix N

21. Appendix O

22. Appendix P

23. Appendix Q

24. Appendix R

25. Appendix S

26. Appendix T

27. Appendix U

28. Appendix V

29. Appendix W

30. Appendix X

31. Appendix Y

32. Appendix Z

33. Appendix AA

34. Appendix AB

35. Appendix AC

36. Appendix AD

37. Appendix AE

38. Appendix AF

39. Appendix AG

40. Appendix AH

41. Appendix AI

42. Appendix AJ

43. Appendix AK

44. Appendix AL

45. Appendix AM

46. Appendix AN

47. Appendix AO

48. Appendix AP

49. Appendix AQ

50. Appendix AR

51. Appendix AS

52. Appendix AT

53. Appendix AU

54. Appendix AV

55. Appendix AW

56. Appendix AX

57. Appendix AY

58. Appendix AZ

59. Appendix BA

60. Appendix BB

61. Appendix BC

62. Appendix BD

63. Appendix BE

64. Appendix BF

65. Appendix BG

66. Appendix BH

67. Appendix BI

68. Appendix BJ

69. Appendix BK

70. Appendix BL

71. Appendix BM

72. Appendix BN

73. Appendix BO

74. Appendix BP

75. Appendix BQ

76. Appendix BR

77. Appendix BS

78. Appendix BT

79. Appendix BU

80. Appendix BV

81. Appendix BW

82. Appendix BX

83. Appendix BY

84. Appendix BZ

85. Appendix CA

86. Appendix CB

87. Appendix CC

88. Appendix CD

89. Appendix CE

90. Appendix CF

91. Appendix CG

92. Appendix CH

93. Appendix CI

94. Appendix CJ

95. Appendix CK

96. Appendix CL

97. Appendix CM

98. Appendix CN

99. Appendix CO

100. Appendix CP

101. Appendix CQ

102. Appendix CR

103. Appendix CS

104. Appendix CT

105. Appendix CU

106. Appendix CV

107. Appendix CW

108. Appendix CX

109. Appendix CY

110. Appendix CZ

111. Appendix DA

112. Appendix DB

113. Appendix DC

114. Appendix DD

115. Appendix DE

116. Appendix DF

117. Appendix DG

118. Appendix DH

119. Appendix DI

120. Appendix DJ

121. Appendix DK

122. Appendix DL

123. Appendix DM

124. Appendix DN

125. Appendix DO

126. Appendix DP

127. Appendix DQ

128. Appendix DR

129. Appendix DS

130. Appendix DT

131. Appendix DU

132. Appendix DV

133. Appendix DW

134. Appendix DX

135. Appendix DY

136. Appendix DZ

137. Appendix EA

138. Appendix EB

139. Appendix EC

140. Appendix ED

141. Appendix EE

142. Appendix EF

143. Appendix EG

144. Appendix EH

145. Appendix EI

146. Appendix EJ

147. Appendix EK

148. Appendix EL

149. Appendix EM

150. Appendix EN

151. Appendix EO

152. Appendix EP

153. Appendix EQ

154. Appendix ER

155. Appendix ES

156. Appendix ET

157. Appendix EU

158. Appendix EV

159. Appendix EW

160. Appendix EX

161. Appendix EY

162. Appendix EZ

163. Appendix FA

164. Appendix FB

165. Appendix FC

166. Appendix FD

167. Appendix FE

168. Appendix FF

169. Appendix FG

170. Appendix FH

171. Appendix FI

172. Appendix FJ

173. Appendix FK

174. Appendix FL

175. Appendix FM

176. Appendix FN

177. Appendix FO

178. Appendix FP

179. Appendix FQ

180. Appendix FR

181. Appendix FS

182. Appendix FT

183. Appendix FU

184. Appendix FV

185. Appendix FW

186. Appendix FX

187. Appendix FY

188. Appendix FZ

189. Appendix GA

190. Appendix GB

191. Appendix GC

192. Appendix GD

193. Appendix GE

194. Appendix GF

195. Appendix GG

196. Appendix GH

197. Appendix GI

198. Appendix GJ

199. Appendix GK

200. Appendix GL

201. Appendix GM

202. Appendix GN

203. Appendix GO

204. Appendix GP

205. Appendix GQ

206. Appendix GR

207. Appendix GS

208. Appendix GT

209. Appendix GU

210. Appendix GV

211. Appendix GW

212. Appendix GX

213. Appendix GY

214. Appendix GZ

215. Appendix HA

216. Appendix HB

217. Appendix HC

218. Appendix HD

219. Appendix HE

220. Appendix HF

221. Appendix HG

222. Appendix HH

223. Appendix HI

224. Appendix HJ

225. Appendix HK

226. Appendix HL

227. Appendix HM

228. Appendix HN

229. Appendix HO

230. Appendix HP

231. Appendix HQ

232. Appendix HR

233. Appendix HS

234. Appendix HT

235. Appendix HU

236. Appendix HV

237. Appendix HW

238. Appendix HX

239. Appendix HY

240. Appendix HZ

241. Appendix IA

242. Appendix IB

243. Appendix IC

244. Appendix ID

245. Appendix IE

246. Appendix IF

247. Appendix IG

248. Appendix IH

249. Appendix II

250. Appendix IJ

251. Appendix IK

252. Appendix IL

253. Appendix IM

254. Appendix IN

255. Appendix IO

256. Appendix IP

257. Appendix IQ

258. Appendix IR

259. Appendix IS

260. Appendix IT

261. Appendix IU

262. Appendix IV

263. Appendix IW

264. Appendix IX

265. Appendix IY

266. Appendix IZ

267. Appendix JA

268. Appendix JB

269. Appendix JC

270. Appendix JD

271. Appendix JE

272. Appendix JF

273. Appendix JG

274. Appendix JH

275. Appendix JI

276. Appendix JJ

277. Appendix JK

278. Appendix JL

279. Appendix JM

280. Appendix JN

281. Appendix JO

282. Appendix JP

283. Appendix JQ

284. Appendix JR

285. Appendix JS

286. Appendix JT

287. Appendix JU

288. Appendix JV

289. Appendix JW

290. Appendix JX

291. Appendix JY

292. Appendix JZ

293. Appendix KA

294. Appendix KB

295. Appendix KC

296. Appendix KD

297. Appendix KE

298. Appendix KF

299. Appendix KG

300. Appendix KH

301. Appendix KI

302. Appendix KJ

303. Appendix KK

304. Appendix KL

305. Appendix KM

306. Appendix KN

307. Appendix KO

308. Appendix KP

309. Appendix KQ

310. Appendix KR

311. Appendix KS

312. Appendix KT

313. Appendix KU

314. Appendix KV

315. Appendix KW

316. Appendix KX

317. Appendix KY

318. Appendix KZ

319. Appendix LA

320. Appendix LB

321. Appendix LC

322. Appendix LD

323. Appendix LE

324. Appendix LF

325. Appendix LG

326. Appendix LH

327. Appendix LI

328. Appendix LJ

329. Appendix LK

330. Appendix LL

331. Appendix LM

332. Appendix LN

333. Appendix LO

334. Appendix LP

335. Appendix LQ

336. Appendix LR

337. Appendix LS

338. Appendix LT

339. Appendix LU

340. Appendix LV

341. Appendix LW

342. Appendix LX

343. Appendix LY

344. Appendix LZ

345. Appendix MA

346. Appendix MB

347. Appendix MC

348. Appendix MD

349. Appendix ME

350. Appendix MF

351. Appendix MG

352. Appendix MH

353. Appendix MI

354. Appendix MJ

355. Appendix MK

356. Appendix ML

357. Appendix MM

358. Appendix MN

359. Appendix MO

360. Appendix MP

361. Appendix MQ

362. Appendix MR

363. Appendix MS

364. Appendix MT

365. Appendix MU

366. Appendix MV

367. Appendix MW

368. Appendix MX

369. Appendix MY

370. Appendix MZ

371. Appendix NA

372. Appendix NB

373. Appendix NC

374. Appendix ND

375. Appendix NE

376. Appendix NF

377. Appendix NG

378. Appendix NH

379. Appendix NI

380. Appendix NJ

381. Appendix NK

382. Appendix NL

383. Appendix NM

384. Appendix NN

385. Appendix NO

386. Appendix NP

387. Appendix NQ

388. Appendix NR

389. Appendix NS

390. Appendix NT

391. Appendix NU

392. Appendix NV

393. Appendix NW

394. Appendix NX

395. Appendix NY

396. Appendix NZ

397. Appendix OA

398. Appendix OB

399. Appendix OC

400. Appendix OD

401. Appendix OE

402. Appendix OF

403. Appendix OG

404. Appendix OH

405. Appendix OI

406. Appendix OJ

407. Appendix OK

408. Appendix OL

409. Appendix OM

410. Appendix ON

411. Appendix OO

412. Appendix OP

413. Appendix OQ

414. Appendix OR

415. Appendix OS

416. Appendix OT

417. Appendix OU

418. Appendix OV

419. Appendix OW

420. Appendix OX

421. Appendix OY

422. Appendix OZ

423. Appendix PA

424. Appendix PB

425. Appendix PC

426. Appendix PD

427. Appendix PE

428. Appendix PF

429. Appendix PG

430. Appendix PH

431. Appendix PI

432. Appendix PJ

433. Appendix PK

434. Appendix PL

435. Appendix PM

436. Appendix PN

437. Appendix PO

438. Appendix PP

439. Appendix PQ

440. Appendix PR

441. Appendix PS

442. Appendix PT

443. Appendix PU

444. Appendix PV

445. Appendix PW

446. Appendix PX

447. Appendix PY

448. Appendix PZ

449. Appendix QA

450. Appendix QB

451. Appendix QC

452. Appendix QD

453. Appendix QE

454. Appendix QF

455. Appendix QG

456. Appendix QH

457. Appendix QI

458. Appendix QJ

459. Appendix QK

460. Appendix QL

461. Appendix QM

462. Appendix QN

463. Appendix QO

464. Appendix QP

465. Appendix QQ

466. Appendix QR

467. Appendix QS

468. Appendix QT

469. Appendix QU

470. Appendix QV

471. Appendix QW

472. Appendix QX

473. Appendix QY

474. Appendix QZ

475. Appendix RA

476. Appendix RB

477. Appendix RC

478. Appendix RD

479. Appendix RE

480. Appendix RF

481. Appendix RG

482. Appendix RH

483. Appendix RI

484. Appendix RJ

485. Appendix RK

486. Appendix RL

487. Appendix RM

488. Appendix RN

489. Appendix RO

490. Appendix RP

491. Appendix RQ

492. Appendix RR

493. Appendix RS

494. Appendix RT

495. Appendix RU

496. Appendix RV

497. Appendix RW

498. Appendix RX

499. Appendix RY

500. Appendix RZ

501. Appendix SA

502. Appendix SB

503. Appendix SC

504. Appendix SD

505. Appendix SE

506. Appendix SF

507. Appendix SG

508. Appendix SH

509. Appendix SI

510. Appendix SJ

511. Appendix SK

512. Appendix SL

513. Appendix SM

514. Appendix SN

515. Appendix SO

516. Appendix SP

517. Appendix SQ

518. Appendix SR

519. Appendix SS

520. Appendix ST

521. Appendix SU

522. Appendix SV

523. Appendix SW

524. Appendix SX

525. Appendix SY

526. Appendix SZ

527. Appendix TA

528. Appendix TB

529. Appendix TC

530. Appendix TD

531. Appendix TE

532. Appendix TF

533. Appendix TG

534. Appendix TH

535. Appendix TI

536. Appendix TJ

537. Appendix TK

538. Appendix TL

539. Appendix TM

540. Appendix TN

541. Appendix TO

542. Appendix TP

543. Appendix TQ

544. Appendix TR

545. Appendix TS

546. Appendix TT

547. Appendix TU

548. Appendix TV

549. Appendix TW

550. Appendix TX

551. Appendix TY

552. Appendix TZ

553. Appendix UA

554. Appendix UB

555. Appendix UC

556. Appendix UD

557. Appendix UE

558. Appendix UF

559. Appendix UG

560. Appendix UH

561. Appendix UI

562. Appendix UJ

563. Appendix UK

564. Appendix UL

565. Appendix UM

566. Appendix UN

567. Appendix UO

568. Appendix UP

569. Appendix UQ

570. Appendix UR

571. Appendix US

572. Appendix UT

573. Appendix UY

574. Appendix UZ

575. Appendix VA

576. Appendix VB

577. Appendix VC

578. Appendix VD

579. Appendix VE

580. Appendix VF

581. Appendix VG

582. Appendix VH

583. Appendix VI

584. Appendix VJ

585. Appendix VK

586. Appendix VL

587. Appendix VM

588. Appendix VN

589. Appendix VO

590. Appendix VP

591. Appendix VQ

592. Appendix VR

593. Appendix VS

594. Appendix VT

595. Appendix VU

596. Appendix VV

597. Appendix VW

598. Appendix VX

599. Appendix VY

600. Appendix VZ

601. Appendix WA

602. Appendix WB

603. Appendix WC

604. Appendix WD

605. Appendix WE

606. Appendix WF

607. Appendix WG

608. Appendix WH

609. Appendix WI

610. Appendix WJ

611. Appendix WK

612. Appendix WL

613. Appendix WM

614. Appendix WN

615. Appendix WO

616. Appendix WP

617. Appendix WQ

618. Appendix WR

619. Appendix WS

620. Appendix WT

621. Appendix WY

622. Appendix WZ

623. Appendix XA

624. Appendix XB

625. Appendix XC

626. Appendix XD

627. Appendix XE

628. Appendix XF

629. Appendix XG

630. Appendix XH

631. Appendix XI

632. Appendix XJ

633. Appendix XK

634. Appendix XL

635. Appendix XM

636. Appendix XN

637. Appendix XO

638. Appendix XP

639. Appendix XQ

640. Appendix XR

641. Appendix XS

642. Appendix XT

643. Appendix XU

644. Appendix XV

645. Appendix XW

646. Appendix XX

647. Appendix XY

648. Appendix XZ

649. Appendix YA

650. Appendix YB

651. Appendix YC

652. Appendix YD

653. Appendix YE

654. Appendix YF

655. Appendix YG

656. Appendix YH

657. Appendix YI

658. Appendix YJ

659. Appendix YK

660. Appendix YL

661. Appendix YM

662. Appendix YN

663. Appendix YO

664. Appendix YP

665. Appendix YQ

666. Appendix YR

667. Appendix YS

668. Appendix YT

669. Appendix YU

670. Appendix YV

671. Appendix YW

672. Appendix YX

673. Appendix YY

674. Appendix YZ

675. Appendix ZA

676. Appendix ZB

677. Appendix ZC

678. Appendix ZD

679. Appendix ZE

680. Appendix ZF

681. Appendix ZG

682. Appendix ZH

683. Appendix ZI

684. Appendix ZJ

685. Appendix ZK

686. Appendix ZL

687. Appendix ZM

688. Appendix ZN

689. Appendix ZO

690. Appendix ZP

691. Appendix ZQ

692. Appendix ZR

693. Appendix ZS

694. Appendix ZT

695. Appendix ZU

696. Appendix ZV

697. Appendix ZW

698. Appendix ZX

699. Appendix ZY

700. Appendix ZZ



Figura 14. Diapositiva sobre la biofortificación de los alimentos y el arroz dorado.

Biotechnología agrícola

Resistencia

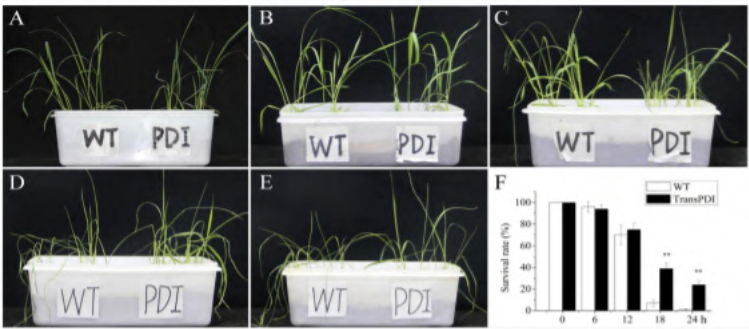
A plagas, climas adversos, suelos ácidos...



Over-expression of a protein disulfide isomerase gene from *Methanotermobacter thermautotrophicus*, enhances heat stress tolerance in rice

Xin Wang^a, Jie Chen^a, Changai Liu^a, Junling Luo^a, Xin Yan^a, Aihua Ai^b, Yaohui Cai^b, Hongwei Xie^b, Xia Ding^{a,c}, Xiaojue Peng^{a,c}

^aKey Laboratory of Molecular Biology and Gene Engineering of Jiangxi Province, College of Life Science, Nanchang University, Nanchang, China
^bJiangxi Super-Rice Research and Development Center, Nanchang, China
^cKey Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Oil Crops, Ministry of Agriculture of People's Republic of China, Oil Crops Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, China



Time (h)	WT (%)	PDI (%)
0	100	100
6	100	100
12	100	100
18	100	100
2		

- Rama biomédica

En la rama biomédica se les presenta a Alexander Fleming, descubridor de la penicilina, que sirve como ejemplo para introducir el concepto de “bioprospección” que utilizaremos en las siguientes sesiones. En la bioprospección buscamos organismos que presenten una actividad de interés, como es el caso de la producción de antibióticos o la producción de enzimas para la degradación de ciertos compuestos.

Investigación biomédica

Antibióticos

Compuestos naturales fabricados por seres vivos para defenderse de otros. Del mismo modo los seres vivos desarrollan sistemas de resistencia.



Figura 16. Diapositiva sobre Alexander Fleming y el descubrimiento de la penicilina.

Además, aprendieron como se creó la insulina recombinante, uno de los mejores ejemplos de la biotecnología moderna que combina la ingeniería genética para lograr hacerla funcional con la producción a gran escala y su purificación.

Investigación biomédica

Hormonas

Insulina recombinante, clonada en 1978 y aprobada en 1982 abrió la puerta a la biotecnología moderna.

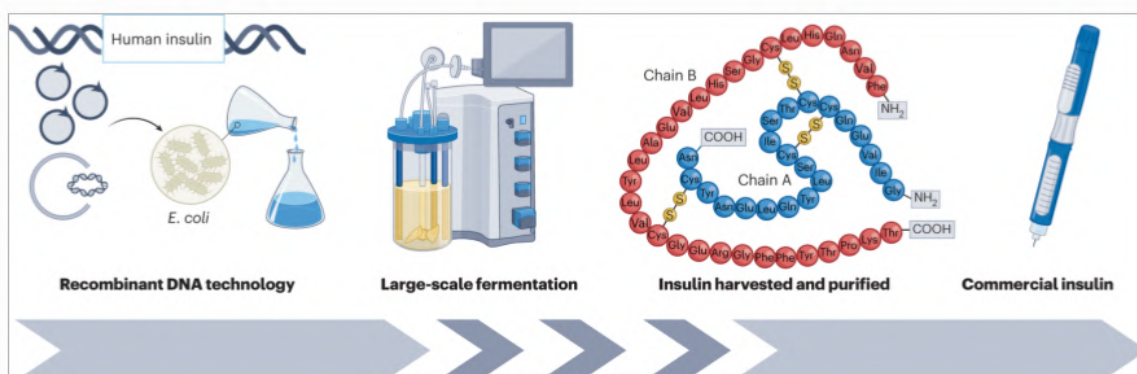


Figura 17. Diapositiva sobre la creación de la insulina recombinante.

- Rama industrial y patentes

En la rama industrial comprendieron que el fin último de la investigación muchas veces es conseguir sacar un producto y para ello es necesario ser capaces de producirlo a mayor o menor escala. Tomando el ejemplo del ácido cítrico como una de las mayores producciones mediante microorganismos (*Aspergillus niger*) a nivel mundial y comparándolo con la producción de insulina: a mayor complejidad, más difícil su producción.

También, se les abrió la puerta a aquellos que quieren estudiar derecho o economía. Y es que, con las invenciones también llegan las empresas y las patentes para proteger la propiedad intelectual. Existe todo un mundo de leyes y documentos que necesitan de abogados y especialistas para que funcione de la manera correcta.



Figura 18. Diapositiva sobre la producción de ácido cítrico a partir del género *Aspergillus*.

- Bioinformática

La bioinformática no es una rama de la biotecnología, pero si una herramienta esencial. Por otro lado, aunque la biotecnología no significa ingeniería genética, esta tiene un papel muy importante. Aprovechando que los alumnos iban a ver el departamento de proteómica y genómica, decidí hacerles una pequeña demostración de la información con la que se trabaja.

Les mostré la secuencia del gen *cbt* de *Drosophila melanogaster* en su totalidad, la secuencia transcrita sin el intrón y la secuencia traducida a aminoácidos. Les expliqué que, en genómica, para obtener dichas secuencias, hacía hecho falta un gran trabajo previo de secuenciación, análisis y comparación con otras bases de datos. Además, en proteómica se encargarían de averiguar que estructura tridimensional forman esos aminoácidos y si tendrán modificaciones postraduccionales.

cbt
Drosophila melanogaster
FB:FBgn0043364

Summary
Orthology
Paralogy
Function - GO Annotations
Pathways
Phenotypes
Disease Associations
Alleles and Variants
Transgenic Alleles
Models
Sequence Feature Viewer

ush-RE (ush)

Maximum features displayed. See full view for more.

Sequence Details

Transcript: cbt-RA Mode: protein

Copy plain fasta Copy highlighted fasta

>cbt-RA-protein
MDMDTLLPSPPTPLRENKLEIVAKDEQVNNLLKAKLLVAKSONGGIITPNPSTDEAPETAVPNKPRLEQPAHS
HTPPDQKLDODOKAERVSIMRVNSGAYSSSSQDENSSTSCSSSNTNTSTSSVPTVEDDYPEANVNNLKFQNNRK
RAAEVALPVQTPETPAKLYTPPAECCKEEETKPLTPIYVSVASSASQLTLSTVAAQDSPTVPKPTMSEKLTTR
ITAAATAATRSRIYECSPDCGNYKSSHLKAHORVHTGERPFIOMENCOKRFSRDELNRHRTHTGEKKFDCSVCKKFI
MRSDHLKHKVKNKANGINRHYSLANNNTSASVAASLCASLHLRATAPAGSSASPSSTSSASLOVYSAODLLRLQOQAS
SFTFGGTLQVOR

Legend:

- Up/downstream
- UTR
- Coding
- Intron
- Genomic (i.e., unprocessed)
- Amino acid

Lowercase bases have been soft masked by NCBI Genomes to mark repetitive sequences.

Expression

Primary Sources
FB
FB (images)

Other Sources
GEO
Single Cell Expression Atlas
Expression Atlas

Figura 19. Diapositiva sobre la secuencia codificante del gen *cbt*.

- Rama ambiental

Para finalizar la charla hablamos de la rama ambiental, donde se englobará el proyecto. Se presentaron algunas aplicaciones curiosas y que tal vez desconocían como el tratamiento de aguas residuales que se lleva a cabo en gran parte por microorganismos o la biominería de metales con bacterias acidófilas.

Por último, se introdujo el concepto de biorremediación como la aplicación de microorganismos para limpiar los ecosistemas de contaminantes y se propuso como una posible solución a la contaminación de los plásticos. De esta manera los alumnos se iban familiarizando con conceptos fundamentales en los que se basa el proyecto.

Biotechnología ambiental

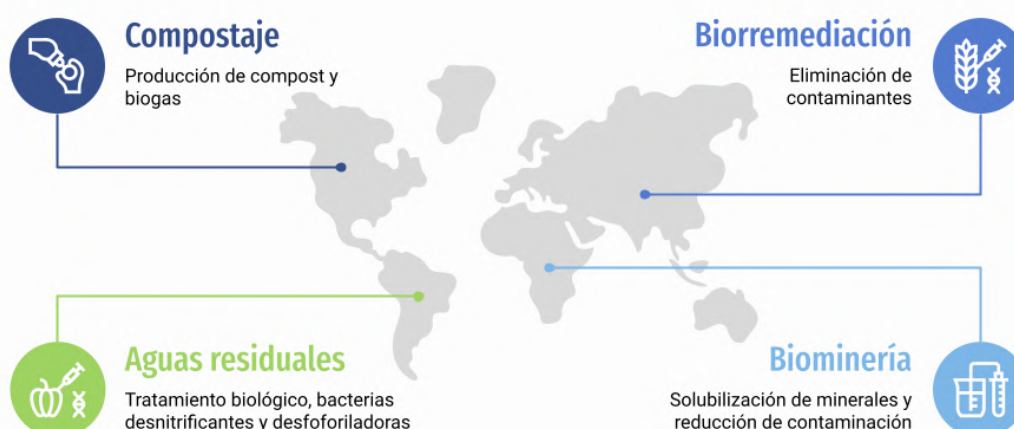


Figura 20. Diapositiva sobre las diferentes aplicaciones de la biotecnología ambiental.