



UNIVERSIDAD  
DE SALAMANCA

## AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA PARA LA INNOVACIÓN DOCENTE

### MEMORIA JUSTIFICATIVA

**TÍTULO DEL PROYECTO:** DISEÑO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PARA LA FORMACIÓN EN EL MANEJO DE MICROORGANISMOS EUCARIOTAS Y DESARROLLO DE PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS DE INTERÉS MEDIOAMBIENTAL

**REFERENCIA: ID9/149**

**MODALIDAD: B**

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Raúl Rivas González (Departamento de Microbiología y Genética; Área de Microbiología, Universidad de Salamanca)

Otros participantes: Paula García Fraile (Departamento de Microbiología y Genética; Área de Microbiología, Universidad de Salamanca), Pedro F. Mateos González (Departamento de Microbiología y Genética; Área de Microbiología, Universidad de Salamanca) y Martha E. Trujillo Toledo (Departamento de Microbiología y Genética; Área de Microbiología, Universidad de Salamanca).

## **RESUMEN DEL PROYECTO**

El Proyecto de innovación docente ha consistido en el diseño de nuevas prácticas de laboratorio y elaboración de material didáctico de prácticas para la docencia de la asignatura de BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. Esta asignatura (optativa) se imparte en 4º curso de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

El trabajo se ha fundamentado principalmente en dos aspectos:

- 1) Diseño y desarrollo de nuevas prácticas para la mejora de las ya existentes y elaboración de materiales didácticos relacionados con los temas de la asignatura. En este sentido, se ha realizado una importante labor de realización y producción de tutoriales para facilitar la comprensión de los conceptos abordados así como un intento de mostrar a los alumnos trabajos de interés que por cuestiones temporales sería imposible de desarrollar durante el tiempo destinado a prácticas.
- 2) Seguimiento y evaluación a y de los alumnos. La evaluación recíproca se ha llevado a cabo a través de cuestionarios, exámenes sobre lo ejercido en prácticas, foros de discusión abiertos en Studium, tutorías y encuestas.

## **COMPONENTES DEL GRUPO**

**Responsable del proyecto:** Raúl Rivas González.

**Área de Conocimiento:** Microbiología.

**Departamento:** Microbiología y Genética.

**Otros participantes:** Paula García Fraile, Pedro F. Mateos González y Martha E. Trujillo Toledo.

**Área de Conocimiento del resto de participantes:** Microbiología.

**Departamento del resto de participantes:** Microbiología y Genética.

## **MEMORIA DEL PROYECTO**

Este proyecto de innovación docente se ha visto condicionado por los recursos económicos concedidos al mismo. Tal y cómo se solicitaba en la Memoria descriptiva del proyecto, dos eran los recursos básicos que se solicitaban, por un lado material fungible que constaba de reactivos y medios de cultivo para filmar experimentos y diverso material de papelería para entregar a los alumnos así cómo material inventariable (cámara de video) con el que poder grabar los tutoriales, por lo que este último recurso era de extrema importancia. Sin embargo, la partida económica concedida fue de 0 euros por lo que no alcanzó a financiar ni un solo CD. Por esta razón, el proyecto no ha podido ser desarrollado en condiciones óptimas o cuando menos normales.

No obstante, el equipo integrante ha hecho un esfuerzo muy significativo para poder realizar este proyecto ya que sin duda, cómo miembros de la comunidad universitaria, debemos velar por los intereses de los alumnos en cuanto a la enseñanza se refiere cuando existen situaciones puntuales adversas, aunque debemos evitar normalizar estas circunstancias atípicas y procurar prevenirlas en el futuro ya que no sólo devalúan la calidad de enseñanza que podemos ofrecer a los alumnos sino que del mismo modo degradan la imagen de las instituciones, ya que, tal y cómo queda reflejado en esta memoria, los grandes beneficiados de que se realicen proyectos de este tipo son los alumnos y los principales perjudicados de que no se lleven a cabo, igualmente son los alumnos.

La memoria atenderá, a pesar de los obstáculos acontecidos, al desarrollo del proyecto y al seguimiento y evaluación por parte de los alumnos participantes en las prácticas de la asignatura “Biotecnología Ambiental” de 4º curso de la Licenciatura en Ciencias Ambientales.

### **I.- INTRODUCCIÓN**

Las instituciones de educación superior han experimentado un cambio de cierta importancia en el conjunto del sistema educativo de la sociedad actual: desplazamiento de los procesos de formación desde los entornos convencionales hasta otros ámbitos; demanda generalizada de que los estudiantes reciban las competencias necesarias para el aprendizaje continuo; comercialización del conocimiento, que genera simultáneamente oportunidades para nuevos mercados y competencias en el sector, etc. La existencia, como comenzamos a acostumbrarnos a ver, de oferta *on-line* y de cursos en Internet, o los proyectos experimentales de algunos profesores y/o departamentos, pueden facilitar el tránsito hacia una universidad más competitiva.

La búsqueda de metodologías docentes de la enseñanza universitaria que optimicen el aprendizaje es una clara señal de innovación de una comunidad docente universitaria dinámica e interesada en ofrecer la mejor formación posible. En este

sentido se hace necesario buscar modelos educativos que permitan involucrar a estudiantes afectando tanto al proceso de aprendizaje en sí, como a la evolución del mismo.

En el caso de los estudiantes de Ciencias Ambientales es fundamental la adquisición de destrezas y competencias prácticas en temas relacionados con diferentes Ciencias relacionadas con el Medio Ambiente y fundamentalmente con la Microbiología ya que los microorganismos son los responsables de la mayoría de los procesos que tienen lugar en ecosistemas naturales. Por esta razón, se ha diseñado un entorno práctico de laboratorio para la formación biotecnológica en ciencias experimentales realizando especial hincapié en el uso de los microorganismos eucariotas y más concretamente en hongos.

El proyecto ha consistido en el diseño, evaluación, realización y mejora de las prácticas de laboratorio de la asignatura Biotecnología Ambiental de 4º curso de la Licenciatura en Ciencia Ambientales y que abordan la Identificación morfológica y molecular de hongos con posibilidades biotecnológicas.

Las actividades desarrolladas así como los resultados obtenidos se resumen en los siguientes apartados:

## **II.- PROTOCOLOS EXPERIMENTALES ELABORADOS**

Se ha diseñado, elaborado y experimentado un modelo de prácticas que permitiera al alumno familiarizarse con protocolos experimentales y visualizar algunas de las técnicas utilizadas en laboratorios de Biología Molecular y Biotecnología, elaborándose los siguientes protocolos experimentales:

### **IIa.- AISLAMIENTO DE POBLACIONES DE MICROORGANISMOS EUCARIOTAS DE MATERIAL VEGETAL.**

Para aislar los hongos de las plantas, se cortaron pequeños trozos de hojas y tallos de unos 5 mm de longitud, que se trataron en tubos con una solución de lejía comercial al 20% (1% de cloro activo) durante 10 minutos. El tratamiento de desinfección fue seguido de un lavado con agua estéril y a continuación se colocaron los fragmentos en placas Petri de 90 mm de diámetro, con agar de patata y dextrosa (PDA: 4 g/l de peptona de patata; 20 g/l de glucosa; 15 g/l de agar. Scharlau), conteniendo 200mg/l de cloranfenicol (Panreac).

Previamente a la desinfección con lejía, a los fragmentos de hojas se les realizó un lavado con una solución acuosa al 0,005% de Tween 20 (polisorbato 20), que fue utilizado como surfactante, para facilitar el contacto de la solución de lejía con la superficie pilosa de las hojas.

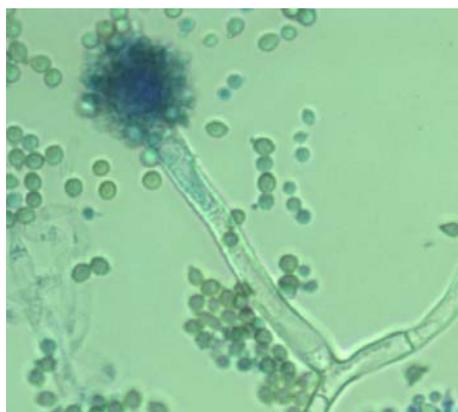
Según iban emergiendo hongos de las piezas de hojas o tallos (figura 1), fragmentos de micelio eran transferidos a nuevas placas de PDA de 55 mm de diámetro. Estos aislados fueron mantenidos bajo luz natural y a temperatura ambiente.



*Figura 1. Hongo emergiendo de un fragmento de material vegetal.*

### **IIb.- IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS HONGOS AISLADOS.**

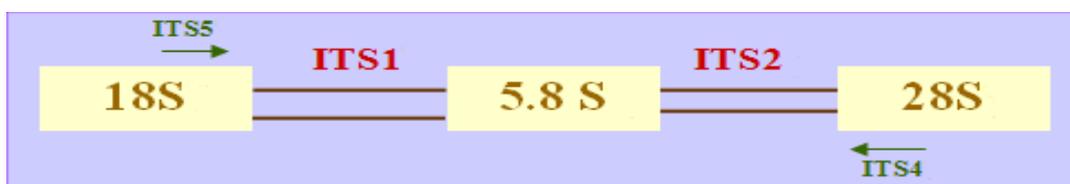
Debido a la lentitud con la que los hongos emergen del material vegetal resultaba imposible tener cultivos puros de estos microorganismos en el transcurso de tiempo que duran las prácticas de la asignatura. Por esa razón, se optó por facilitar a los alumnos una serie de hongos previamente aislados y purificados. Estos aislados facilitados a los alumnos, se observaron con lupa estereoscópica, para ver si el micelio había esporulado. Para la observación por microscopía óptica de los cultivos esporulados se prepararon tinciones con azul de lactofenol (26 ml de ácido láctico; 26 g de fenol; 52 ml de glicerol; 26 mg de azul de algodón; 26 ml de agua destilada. Scharlau) (Figura 2), que posteriormente se fijaron con ácido láctico. La identificación morfológica se realizó con la ayuda de varias sencillas claves de determinación de hongos que se pusieron a disposición de los alumnos.



*Figura 2. Tinción con azul de lactofenol del hongo Aspergillus terreus.*

## IIc.- IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE LOS HONGOS AISLADOS.

Debido a las razones aportadas en el apartado anterior. Se procedió a identificar los hongos facilitados a los alumnos. Se realizó una identificación molecular basada en la secuencia nucleotídica de la región ITS1-5.8S rRNA-ITS2 (Figura 3).



**Figura 3.** Estructura de la región ITS1-5.8S rRNA-ITS2, indicando la posición de los oligonucleótidos ITS4 e ITS5.

## II d.- EXTRACCIÓN DE ADN A PARTIR DE CULTIVOS DE MICROORGANISMOS.

Para la extracción del ADN, se facilitaron a los alumnos cultivos de hongos previamente crecidas en medio TY líquido. A partir de ese cultivo, los alumnos recogieron 1 ml del medio, se centrifugó a 9000xg en una centrífuga 5417C (eppendorf®, Germany) a temperatura ambiente. El pellet se lavó con 200 µl de sarcosil (N-laurilsarcosina) al 0,1% y se centrifugó de nuevo. La ruptura de las células se llevó a cabo añadiendo 100 µl de NaOH 0,05M y calentando a 100 °C durante 12 minutos. A continuación se añadieron 200 µl de agua miliQ estéril y se centrifugó a 3000xg (centrífuga 5417C, eppendorf®, Germany) durante 3 minutos para eliminar los restos celulares. En un nuevo tubo eppendorf se recogieron 200 µl del sobrenadante en el que se encuentra el ADN. Este proceso es una modificación del descrito en Rivas et al., 2001.

### Medio TY

Cl <sub>2</sub> Ca (Codex®)	0,9 g.
Triptona (Difco®)	5 g.
Extracto de levadura (Difco®)	3 g.
Agua destilada, c.s.p.	1 l.

## IIe.- AMPLIFICACIÓN DEL ADN Y VISUALIZACIÓN DEL PRODUCTO OBTENIDO.

La amplificación del ADN se realizó mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Esta técnica es la base donde se sustenta hoy en día la biología molecular por lo que es necesario que los alumnos la conozcan y sean capaces de llevarla a cabo sin problemas. Por esta razón, se familiarizó a los alumnos tanto con la metodología como con los aparatos necesarios para realizar la técnica con éxito (figura

4). Para que los alumnos pudiesen familiarizarse con esta técnica antes de realizar las prácticas, se puso a su disposición en la plataforma de Studium, varios tutoriales relacionados con el aislamiento y amplificación de ADN de bacterias. Estos tutoriales habían sido elaborados el pasado curso académico dentro de un proyecto de innovación docente. Esta decisión se tomó como consecuencia de la nula financiación del presente proyecto de innovación docente, ya que fue concedido con una financiación de cero euros lo que hizo imposible adquirir los equipos de grabación previstos en el proyecto así como los reactivos y materiales necesarios con los que se pretendía realizar nuevos tutoriales. Ante esta situación, decidimos mostrar los tutoriales citados anteriormente ya que la metodología a utilizar es similar en el caso de bacterias y hongos por lo que los alumnos tendrían una idea muy aproximada de lo que íbamos a realizar en prácticas.



*Figura 4. La figura muestra el aparato (termociclador) utilizado por los alumnos para la amplificación del ADN.*

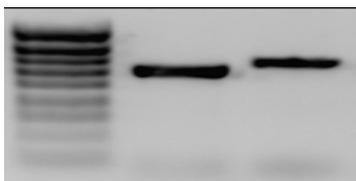
Los reactivos y concentraciones del cóctel de reacción para amplificar y poder secuenciar un gen se muestran en la tabla anexa. El magnesio, el tampón y la *Taq* polimerasa están incluidos en el kit “AmpliTaq Gold reagen kit” (Perkin-Elmer Biosystems®, Norwalk, CT, USA), se utilizaron los dNTPs de Pharmacia® (USA) y la seroalbúmina bobina (BSA) de Sigma® (USA).

#### Reactivos utilizados en la PCR para la amplificación de genes

Reactivos (concentración inicial)	Volumen por reacción ( $\mu$ l)
Agua miliQ estéril	10,00
Tampón (10x)	5,00
Magnesio (25 mM)	12,00
dNTPs (20 mM)	0,50
Primers (2 $\mu$ M)	4 (de cada primer)
BSA (0,1%)	2,00
Taq polimerasa (5U/ $\mu$ l)	0,40
ADN	6,00
<b>Volumen total</b>	<b>43</b>

El fragmento que se amplificó a partir del ADN extraído fue la región ITS1-5.8S rRNA-ITS2. Esta elección estuvo basada y justificada por el uso e importancia de este fragmento en identificación, taxonomía y filogenia de hongos y por ello se hace necesario que los alumnos lo conozcan y aprendan a amplificarlo. Para amplificar este fragmento se partió de DNA aislado según el método de Rivas *et al* (2001) anteriormente descrito y se utilizaron los oligonucleótidos ITS4 (3'TCCTCCGCTTATTGATATGC5') e ITS5 (5'GCTGCGTTCTTCATCGATGC3') (White *et al.*, 1990). La amplificación se llevó a cabo en las siguientes condiciones de PCR: desnaturalización previa a 95° C durante 9 min, seguida de 35 ciclos de tres etapas que incluyen desnaturalización a 94°C durante 1 min, anillamiento a 55° C durante 1 min y extensión a 72° C durante 2 min, y una etapa final de extensión a 72° C durante 10 min. Los cebadores se utilizaron a una concentración 2  $\mu$ M (Rivas *et al.*, 2002).

El producto de la amplificación se mezcló con 10  $\mu$ l de frente de carrera (40% sacarosa, 0,05% de azul de bromofenol) y la obtención de la banda correspondiente al gen amplificado se llevó a cabo mediante electroforesis en geles horizontales de agarosa al 1% a 6v/cm durante 2h. Los geles se tiñeron en una solución acuosa de bromuro de etidio al 0.001%.



**Figura 5.** Electroforesis en gel de agarosa mostrando la amplificación obtenida de la región ITS1-5.8S rRNA-ITS2.

### III.- SECUENCIACIÓN DEL FRAGMENTO ITS1-5.8S rRNA-ITS2, ENSAMBLAJE DE LAS SECUENCIAS OBTENIDAS Y COMPARACIÓN CON BASES DE DATOS PÚBLICAS.

Para la secuenciación del fragmento ITS1-5.8S rRNA-ITS2 se partió de amplicones obtenidos tal y como se ha mencionado en el apartado anterior que se mezclaron con 10 µl de frente de carrera (40% sacarosa, 0,05% de azul de bromofenol) y se sometieron a electroforesis en geles horizontales de agarosa al 1% a 6v/cm durante 2h. Los geles se tiñeron en una solución acuosa de bromuro de etidio al 0.001%. A partir de los geles se obtuvo la banda correspondiente al fragmento utilizando un kit comercial para extraer DNA a partir de geles (Millipore Co., USA). La secuenciación del fragmento fue realizada en el Servicio de Secuenciación de la Universidad de Salamanca en un secuenciador Abi PRISM (Applied Biosystems, USA) usando “Dye Terminator Cycle Sequencing Ready Reaction Kit” (Applied Biosystem, USA). Las secuencias obtenidas se ensamblaron mediante el programa SeqMan II y se editaron utilizando el programa EditSeq ambos del paquete informático DNA Star. Una vez obtenida la secuencia se explicó a los alumnos la forma de comparar estas secuencias con las depositadas de manera pública en GenBank utilizando el programa BLAST (Alschul *et al.*, 1990), para ello se les asesoró sobre la utilidad, las posibilidades, herramientas y recursos que podían encontrar en la siguiente dirección: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

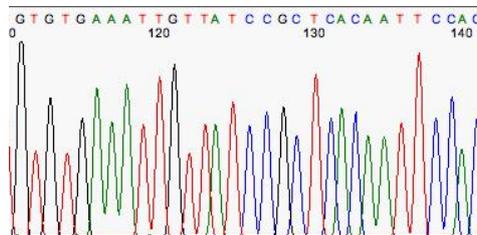


Figura 6. Fragmento representativo de la secuencia obtenida

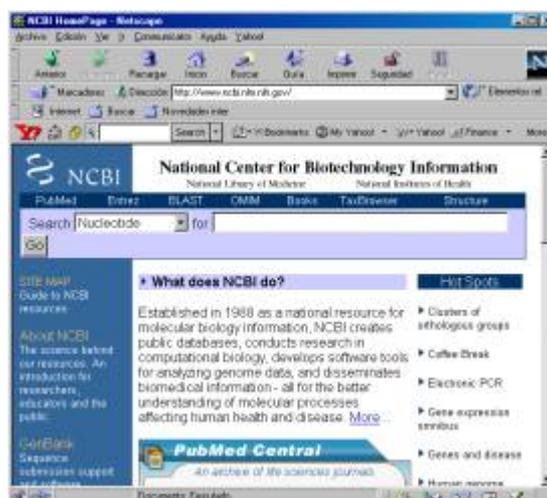


Figura 7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

## **IIe.- ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INVASORA DE LAS CEPAS DE HONGOS SOBRE INSECTOS.**

Para comprobar que las cepas utilizadas en las prácticas eran realmente eran realmente susceptibles de ser utilizadas biotecnológicamente en control de insectos, se hicieron pruebas de infección en miriápodos.

Los miriápodos se inocularon con 1ml de una suspensión en agua estéril que contenía  $1 \times 10^8$  UFC (unidades formadoras de colonias), realizada a partir de un cultivo de las cepas en medio PDA incubado a 25°C durante 7 días.

Los insectos se mantuvieron durante 25 días en un tarro de cristal oxigenado y en cámara iluminada con mezcla de luz incandescente y fluorescente (cantidad de luz de  $400 \mu\text{Einsteins. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  y longitud de onda de 400 a 700 nm), con un 60% de humedad relativa y programada para un fotoperiodo de 16 horas y temperaturas de 25 y 17°C durante el día y la noche respectivamente.

Debido a que el tiempo de espera para observar los resultados es superior a 3 semanas, se mostró a los alumnos los resultados de un experimento realizado con cepas de hongos y condiciones semejantes a las del experimento de prácticas. Los resultados se muestran en la figura anexa.



*Figura 6. Estado final de los miriápodos inoculados tras 25 días.*

## **III.- RENDIMIENTO ACADÉMICO**

Con el fin de conseguir una mejora continua de la calidad de la docencia, las universidades deben revisar y actualizar periódicamente los programas de estudio y prácticas de cada asignatura, teniendo en cuenta las necesidades del mercado laboral y la integración de los egresados en el mismo. En la actualidad, en el área de Ciencias de la Salud, estamos sufriendo una permanente renovación tecnológica y cada día se plantean y surgen nuevas herramientas que debemos dar a conocer a los alumnos lo cual, requiere una renovación metodológica ya que el saber, el conocimiento y el aprendizaje que adquieran los alumnos del presente, van a constituir el verdadero motor y auténtico recurso para que la sociedad continúe con el cambio tecnológico en el futuro. Así, es

indispensable la renovación de contenidos prácticos en algunas asignaturas. Sin embargo, cuando se implanta un nuevo modelo de prácticas suelen aparecer una serie de problemas que hay que intentar solucionar con la mayor rapidez posible para que no interfieran en el correcto desarrollo de la experiencia y pueda contribuir al abandono en la participación por desinterés, incapacidad o algún otro motivo. Debido a esto, se hace necesaria la constante interacción entre el alumno y el profesor fomentando una participación más activa y efectiva del estudiante ya que actualmente la sociedad exige a los alumnos una preparación continua respecto a los sucesivos cambios que se producen en cuanto al desarrollo de nuevas técnicas, protocolos o procesos y es nuestro deber preparar a los alumnos respecto a los posibles problemas que tendrán que resolver desarrollando sus destrezas y habilidades hacia el uso de los conocimientos que cambian constantemente y que exigen una permanente adaptación.

En palabras de Silberman: “De lo que escucho, me olvido. De lo que escucho y veo, me acuerdo. De lo que escucho, veo y me hago preguntas o hablo sobre ello con otra persona, lo empiezo a comprender. De lo que escucho, veo, hablo y hago, aprendo conocimientos y aptitudes. Lo que enseño a otro, lo domino”. Tomando como ejemplo estas líneas, durante el desarrollo de la práctica se intentó que los alumnos se familiarizaran con protocolos y técnicas que explicados únicamente de forma teórica pueden resultar un tanto abstractos. Este es el caso de la extracción y amplificación de DNA. No obstante, el hecho de realizar esta metodología de manera práctica, en un ambiente distendido y tener la posibilidad de preguntar dudas ante cualquier punto problemático provocó en los alumnos una respuesta positiva en cuanto a una participación activa tanto a la hora de preguntar como a la hora de discutir los resultados y posibles soluciones alternativas. Además, hay que señalar que, previamente a la realización de las prácticas, se facilitó a los alumnos una serie de tutoriales diseñados con el fin de facilitar la comprensión y familiarización de diversas técnicas. Esta experiencia de incorporación de nuevas tecnologías y herramientas en el contexto de las clases prácticas aparentemente provocó una valoración satisfactoria de los alumnos durante el pasado curso académico y estimuló el trabajo en equipo, existiendo una mayor interactividad entre ellos resolviendo dudas o problemas que ya se habían planteado y despertando su interés y el desarrollo de iniciativas propias. Por esa razón, durante el presente curso académico se intentó profundizar en estas metodologías procurando que los alumnos las aplicasen a un grupo de microorganismos de gran interés como son los hongos y que presentan una importancia extrema en la sociedad actual, debido tanto a sus aplicaciones biotecnológicas como a los perjuicios tecnológicos que pueden ocasionar.

Sin embargo, resulta complicado analizar de una manera objetiva el grado de satisfacción alcanzado por el alumnado después de realizar las nuevas prácticas. Por esta razón, se decidió efectuar una encuesta anónima para el análisis de las percepciones de los alumnos.

#### **IV.- EVALUACIÓN DEL NUEVO MODELO DE PRÁCTICAS**

La encuesta fue efectuada sobre un grupo control de 38 alumnos. El cuestionario tenía carácter anónimo, constaba de veinte preguntas siendo las dieciocho primeras valoradas según una escala de tipo Likert que va de 1 (“muy en desacuerdo”) a 5 (“muy

de acuerdo”) y dejando la pregunta diecinueve para que los alumnos valorasen las prácticas en una escala de 1-10 y la pregunta veinte para que mencionasen los aspectos positivos y negativos de la experiencia. La encuesta recogía diversas preguntas sobre la consecución de objetivos, dificultades encontradas, aportación de las prácticas para la formación, etc. El cuestionario se muestra en la página siguiente.

**PRÁCTICAS DE LA ASIGNATURA BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL  
(LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES 2009-2010)**

*Observaciones previas:*

- Este cuestionario tiene carácter anónimo por lo que esperamos que respondas con sinceridad a las preguntas propuestas. Pedimos tu colaboración y que reflexiones de manera individualizada antes de contestar cada ítem ya que los resultados nos permitirán detectar los aspectos docentes que necesitan mejorar.

- Marca las respuestas teniendo en cuenta que se valoran según una escala de tipo Likert que va de 1 (“muy en desacuerdo”) a 5 (“muy de acuerdo”). También puedes expresar tu opinión concreta en los espacios destinados a tal fin. Gracias por tu colaboración

1. Los objetivos están documentados y formulados de forma precisa y clara.  1  2  3  4  5
2. Se cumplen las actividades planificadas.  1  2  3  4  5
3. Considero positivo la visualización de tutoriales antes de realizar las prácticas.  1  2  3  4  5
4. Los documentos audiovisuales me han ayudado a comprender las prácticas.  1  2  3  4  5
5. Debería realizarse material didáctico audiovisual en todas las asignaturas.  1  2  3  4  5
6. No he tenido dificultades en la realización de las prácticas.  1  2  3  4  5
7. Considero que los documentos audiovisuales complementan la teoría y práctica.  1  2  3  4  5
8. Las prácticas me han aportado conocimientos de los que carecía.  1  2  3  4  5.
9. Los contenidos van a resultar útiles para mi formación.  1  2  3  4  5
10. Estoy satisfecho/a con la calidad de las prácticas.  1  2  3  4  5
11. El profesor prepara bien las clases y domina la materia.  1  2  3  4  5
12. El profesor te permite y/o anima a que participes en las clases.  1  2  3  4  5
13. El trato personal y el clima de relación profesor/alumno son correctos.  1  2  3  4  5
14. Las cuestiones planteadas son resueltas puntualmente.  1  2  3  4  5
15. La asignatura ha cubierto mis expectativas.  1  2  3  4  5
16. Considero que lo aprendido en prácticas me será de utilidad.  1  2  3  4  5
17. Las prácticas me han parecido muy didácticas.  1  2  3  4  5
18. Recomendaría las prácticas a otros compañeros.  1  2  3  4  5
19. En general, valoro la asignatura con:  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
20. Señala los aspectos, a tu juicio, más positivos y negativos de la asignatura.

A continuación se muestran los resultados obtenidos. La figura 7 recoge las respuestas obtenidas en 3 preguntas sobre consecución de objetivos. En estas preguntas, los resultados positivos “muy de acuerdo” en morado y “de acuerdo” en rosa fueron muy superiores a los resultados negativos “muy en desacuerdo” en gris que presento un porcentaje muy bajo o “en desacuerdo” en naranja que en la mayoría de los casos no supero el 3%.

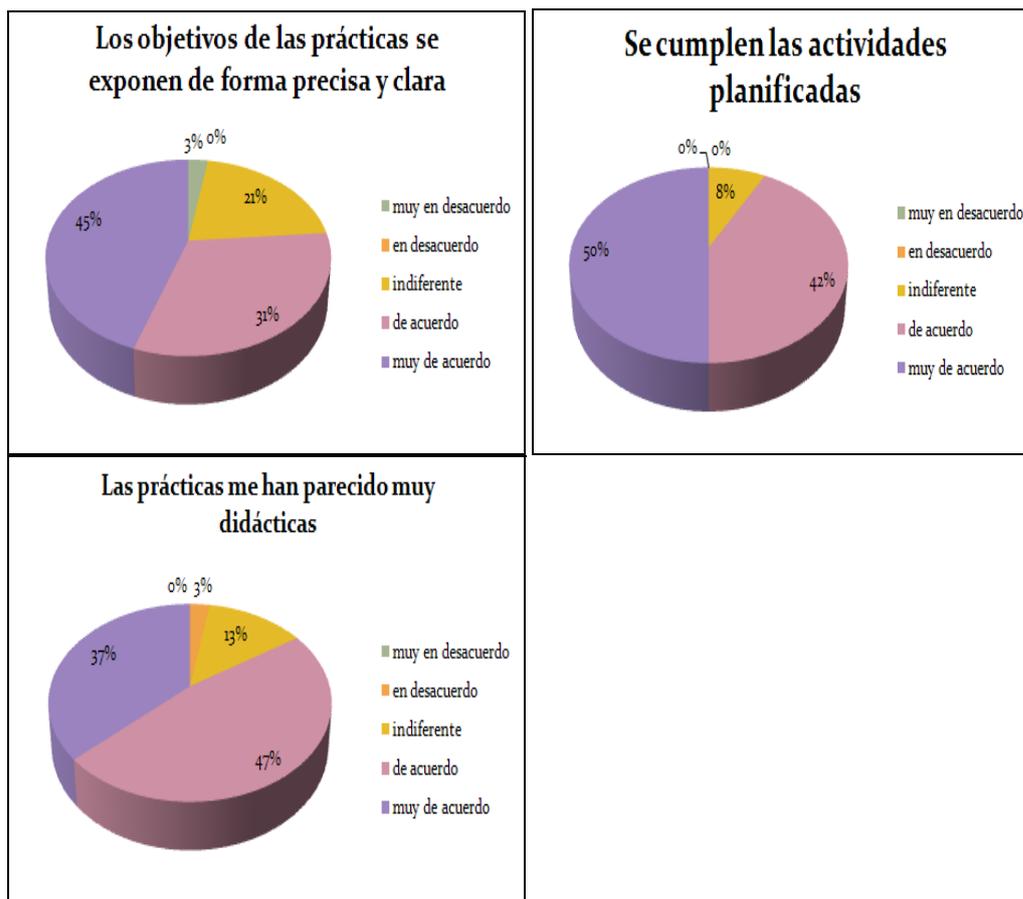


Figura 7. Respuestas a las preguntas de consecución de objetivos

Para conocer la opinión de los alumnos sobre el aporte que ofrecen la inclusión en prácticas de los documentos audiovisuales, se realizaron 4 preguntas (figura 8), obteniéndose valores positivos (en la mayoría de los casos entre el 80% y el 90%) muy superiores a los negativos que se situaron entre el 0% y el 5%.

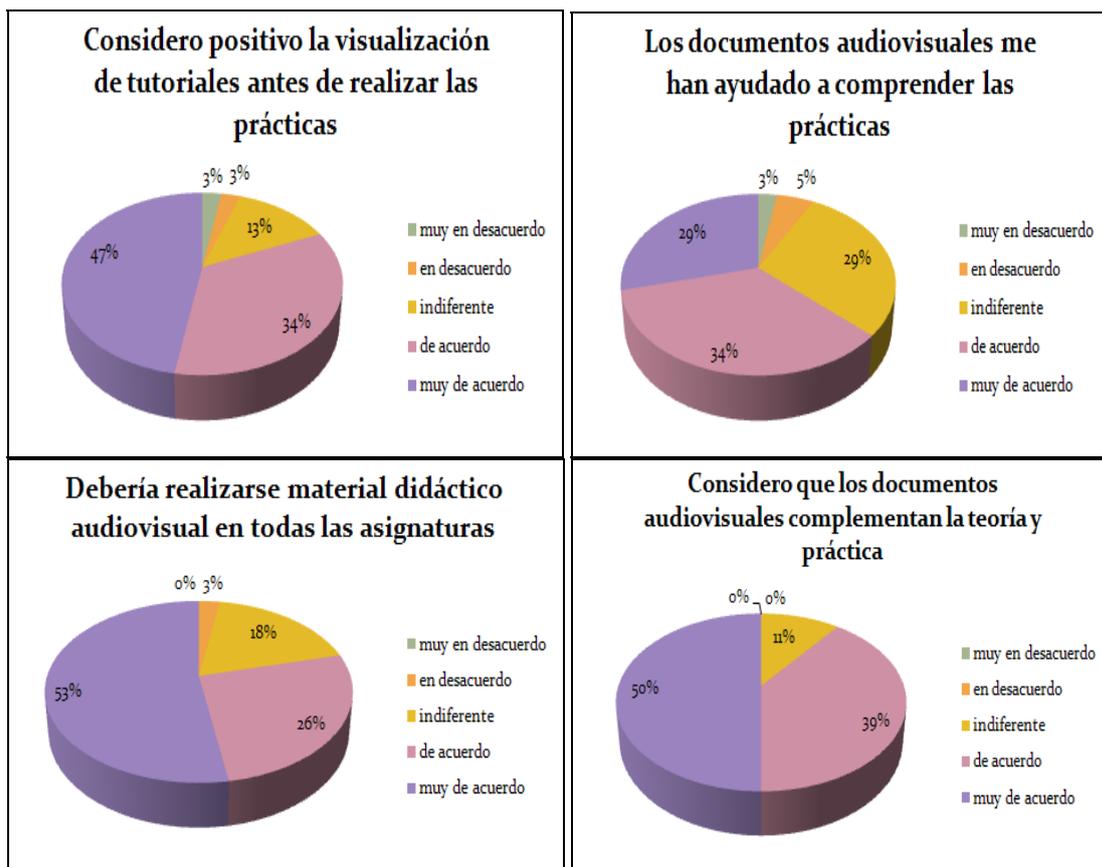


Figura 8. Respuestas a las preguntas de aporte de los documentos audiovisuales.

Del mismo modo, se preguntó a los alumnos sobre la dificultad de las prácticas (figura 9), obteniéndose valores positivos (en este caso del 84%) muy superiores a los negativos que fueron del 0%.



Figura 9. Valoración de dificultad.

La figura 10 recoge las respuestas obtenidas en 3 preguntas sobre aporte de las prácticas a los conocimientos del alumno. En estas preguntas, de nuevo los resultados positivos “muy de acuerdo” en morado y “de acuerdo” en rosa fueron muy superiores a los resultados negativos situándose por encima del 80%.

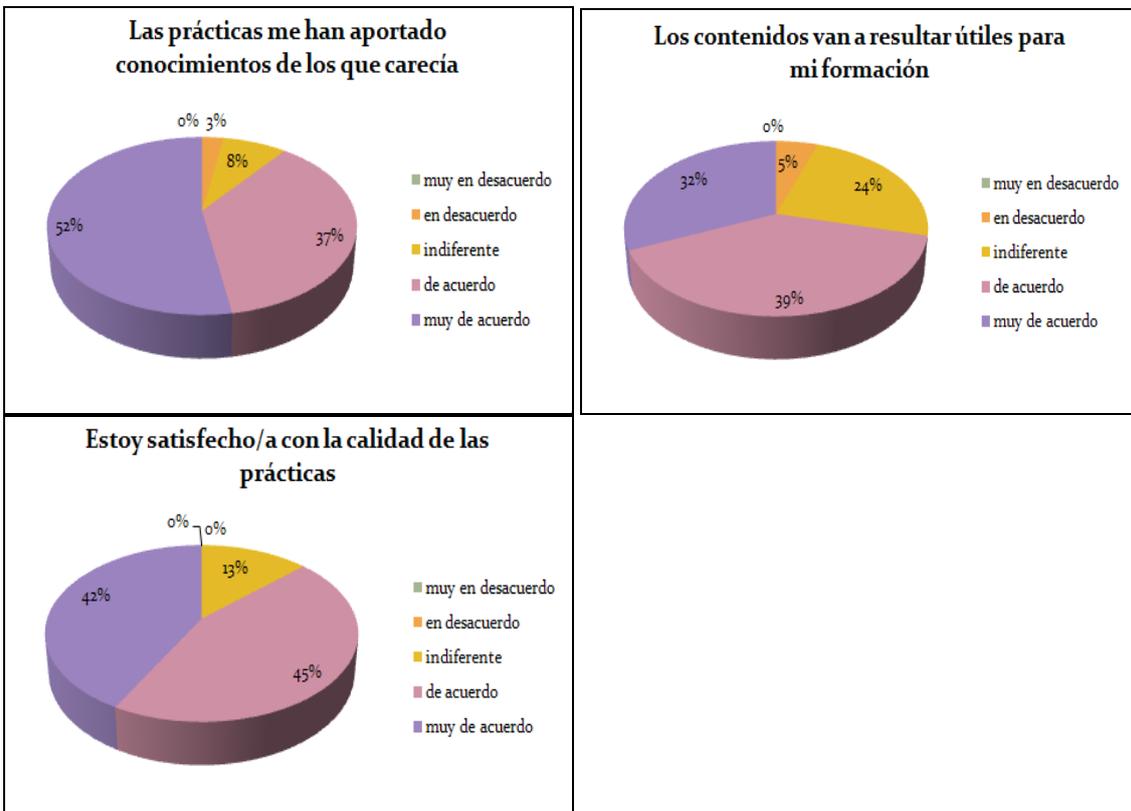
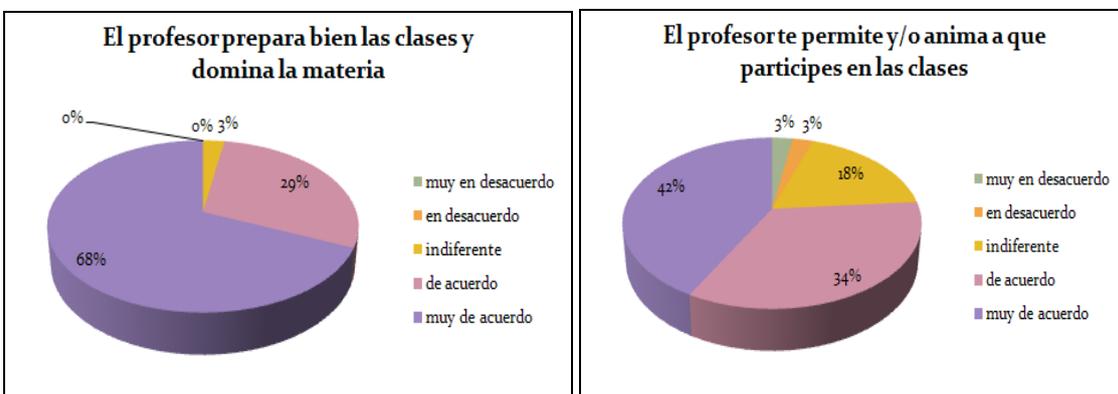


Figura 10. Respuestas a las preguntas de aporte de conocimientos

Sobre las percepciones de los alumnos en cuanto a la impartición de las prácticas, interacción y aporte futuro, se realizaron una serie de preguntas que son recogidas en la figura 11 y que nuevamente resaltan los aspectos positivos (morado y rosa) frente a los negativos (naranja y gris).



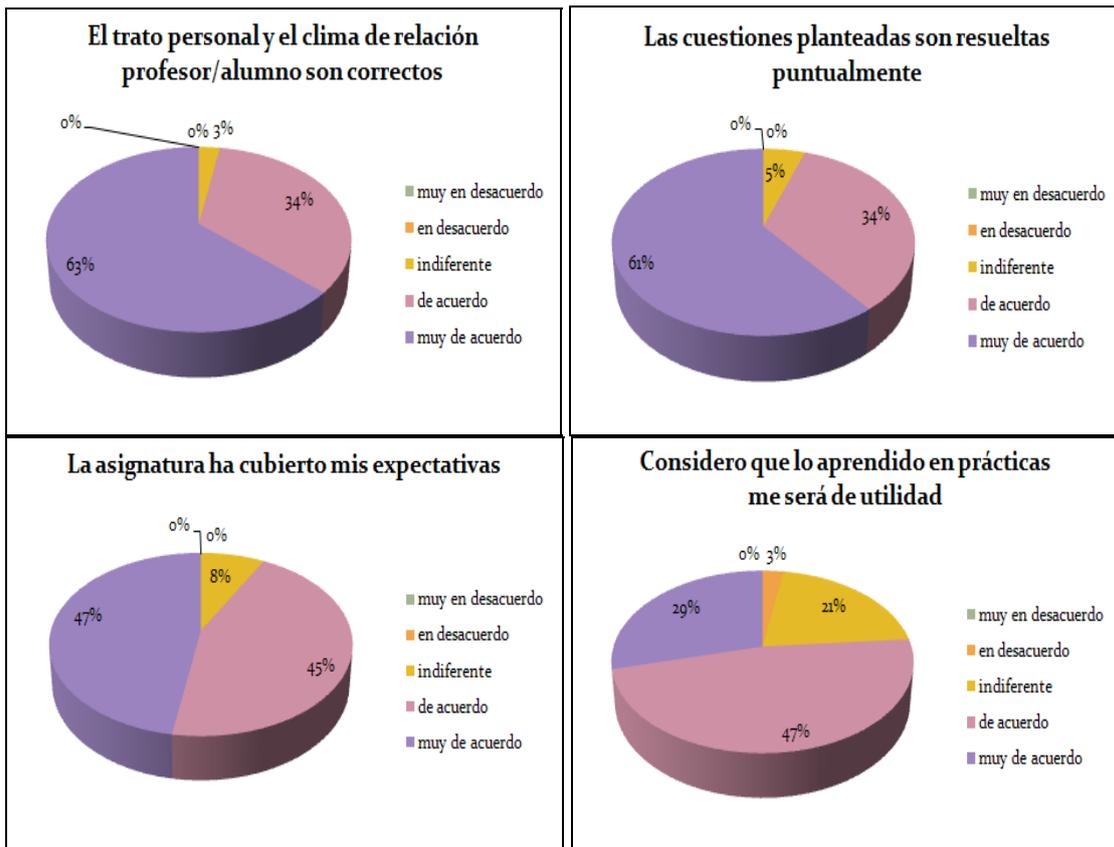


Figura 11. Respuestas a las preguntas de aporte de conocimientos

Ante la pregunta de si recomendarían las prácticas a otros compañeros (figura 12), el 87% se mostró favorable frente a un 0% que se mostró en desacuerdo.

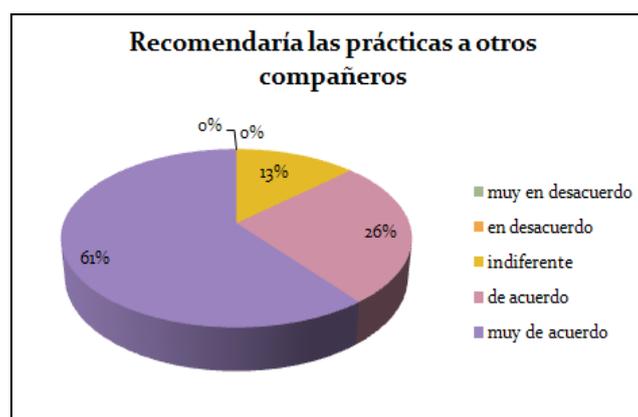


Figura 12. Respuestas a la pregunta de recomendación.

También se preguntó a los alumnos acerca de la calificación que darían al nuevo modelo de prácticas respecto a una escala del 1 al 10 siendo 1 el valor más bajo y 10 el más alto (figura 13) obteniéndose como resultado que la gran mayoría valoró las

prácticas con una calificación de 8 o superior, obteniéndose como calificación media un valor de 8,21.

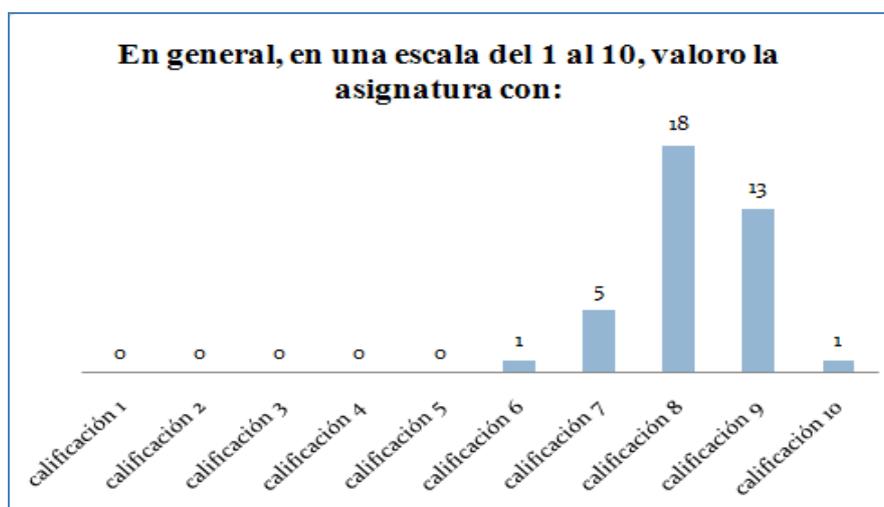


Figura 13. Valoración de las prácticas.

Por último, ante la pregunta número 20 que solicitaba señalar los aspectos positivos y negativos del nuevo modelo de prácticas, la mayor parte de los alumnos resaltaron como aspectos positivos, la posibilidad de tener acceso a documentos audiovisuales explicativos de las prácticas, el modo de dar las prácticas y el trato recibido así como el aprendizaje de herramientas moleculares y de técnicas actuales y novedosas. En cuanto a la parte negativa, al igual que en el curso académico anterior, parte de los alumnos destacaron que existe poco tiempo para la realización de prácticas y en conjunto para el desarrollo de la asignatura. Del mismo modo, algunos señalaron que el uso de la nomenclatura científica de los microorganismos supone para ellos un esfuerzo académico importante.

## **V. MATERIAL ADICIONAL.**

Debido a la financiación económica de este proyecto que fue de 0 euros, resultó imposible adquirir el material necesario para filmar los tutoriales. En principio, se optó por que los alumnos visualizaran tutoriales relacionados y elaborados previamente en otros proyectos de innovación docente. Esta situación provocó una dificultad adicional extraordinaria a la realización de alguno de los objetivos de este proyecto. Si bien, el interés por parte del profesorado en que los alumnos adquieran la mayor información posible y que sus conocimientos sean ampliados y sus destrezas mejoradas, provocó la aplicación de estrategias alternativas y nada deseables en el futuro para que al menos se pudiera grabar alguno de los tutoriales previstos y que por motivos temporales resultaba imposible de desarrollar en prácticas o al menos que los alumnos viesen los resultados finales. Por esa razón, durante la elaboración de este proyecto se realizó un tutorial en el cual se han filmado los pasos y actuaciones críticas que tendrían que realizar los alumnos para comprobar el poder de infección de hongos entomopatógenos. Este tutorial fue mostrado a los alumnos, que mostraron una buena aceptación a esta práctica.

El objetivo consistió que los alumnos se familiaricen con los métodos y protocolos previa realización de las prácticas o en el caso de que no se pudiera realizar, que tuviesen la suficiente información para poder desarrollar este experimento en otro momento.

## **VI. PRINCIPALES CONCLUSIONES.**

Después de las reformas introducidas el pasado curso académico, el presente proyecto nos ha permitido seguir desarrollando un nuevo modelo de prácticas basado en la actualización de técnicas y protocolos así como en el manejo de equipos actuales y bases de datos que suplen las posibles carencias detectadas en la formación de los alumnos superando notablemente las expectativas iniciales.

Las encuestas realizadas a los alumnos pueden darnos una idea muy aproximada del beneficio que supone para estos la realización de este tipo de prácticas. Nuestra impresión es que el nivel de satisfacción es alto. Entre las principales aportaciones del proyecto cabe destacar que las prácticas permiten al alumno tener una visión real de protocolos técnicos y además los alumnos se inician en el manejo de reactivos y técnicas moleculares cuyo requerimiento en el mercado laboral es elevado. Además, el hecho de poner a disposición de los alumnos tutoriales relacionados con lo que van a desarrollar en prácticas y que son facilitados al alumno con tiempo suficiente para que los vean y asimilen fuera del horario lectivo y previamente a la realización de las prácticas, otorga al alumno un conocimiento previo que le aporta seguridad a la hora de desarrollar la práctica. Incluso, cabe la posibilidad de mostrar a los alumnos tutoriales sobre algún experimento concreto, cómo es el caso del la inoculación de insectos con hongos entomopatógenos plasmado en este proyecto, que por cuestiones temporales es imposible de desarrollar durante el tiempo asignado a las prácticas de la asignatura.

Respecto al rendimiento académico de los alumnos, al igual que ocurrió durante el pasado curso académico, el índice de satisfacción observado fue alto incluso superó los índices obtenidos anteriormente. Por otro lado, resultó palpable que la realización de las prácticas permitió a los alumnos una mejor asimilación del contenido teórico, esta apreciación quedó constatada mediante una evaluación de los conocimientos teóricos-prácticos adquiridos durante el desarrollo de las prácticas y la cual fue ampliamente superada por todos los alumnos.

En definitiva, podemos concluir que existe una relación directa entre los objetivos deseados, la metodología activa que se emplea y la evaluación obtenida, siendo los efectos obtenidos claramente positivos por lo que los resultados del proyecto pueden considerarse como satisfactorios.

## **Bibliografía**

-Alschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W., Lipman, D.J. (1990). Basic local alignment search tool. *J Mol Biol*, 215, 403-410.

-Rivas, R., Velazquez, E., Valverde, A., Mateos, P. F., Martínez-Molina, E. (2001). "A two primers random amplified polymorphic DNA procedure to obtain polymerase chain reaction fingerprints of bacterial species." *Electrophoresis* **22**(6): 1086-9.

-Rivas, R., Velázquez, E., Willems A., Vizcaíno N., Subba-Rao N. S., Mateos P. F., Gillis M., Dazzo F. B., Martínez-Molina E. (2002). A new species of *Devosia* that forms a nitrogen-fixing root-nodule symbiosis with the aquatic legume *Neptunia natans* (L. f.) Druce. *Appl Environ Microbiol* 68, 5217-5222.

-White, T. J., Bruns, T., Lee S. and Taylor, J. (1990). Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications (eds. M. A. Innis, D. H. Gelfand, J J. Sninsky and T. J. White). Academic Press, USA: 315-322.



Fdo: Raúl Rivas González

Responsable del Proyecto de innovación Docente ID9/149