



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD  
XI CONVOCATORIA (2009-2010)



❖ DATOS IDENTIFICATIVOS:

**Título del Proyecto**

**APRENDIENDO INGENIERÍA GENÉTICA DESDE LA PRÁCTICA COTIDIANA DE UN LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN: ELABORACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DIDÁCTICA BASADA EN REALIDAD VIRTUAL\_y 4ª parte. 092009**

**Resumen del desarrollo del Proyecto**

*Las técnicas aplicadas por la Ingeniería Genética tienen cada vez mayor aplicación en las diferentes áreas del conocimiento, así como mayor repercusión en los ámbitos industriales, agronómicos, sanitarios e incluso jurídicos. Por tanto, un conocimiento sólido de dichas técnicas y de su aplicación potencial, es de gran interés para la formación de nuestros estudiantes, futuros profesionales. El Espacio Europeo de Educación Superior reclama una enseñanza más aplicada y ligada a las necesidades sociales y económicas.*

*Sin embargo, el aprendizaje por parte del alumnado de las técnicas y procesos genético-moleculares requiere la utilización de un pensamiento abstracto difícil de aplicar, si no se vincula con hechos reales. Por otra parte, la enseñanza de una asignatura con alto contenido técnico y aplicado, como la Ingeniería Genética, requeriría un alto porcentaje de créditos. Ni por razones de tiempo ni de recursos, es posible impartir este número de créditos prácticos que esta materia requeriría.*

*Para paliar estos déficits en el aprendizaje, durante las cuatro últimas anualidades se ha elaborado un material didáctico en soporte informático con el objetivo de proporcionar al alumnado información y documentación real de las técnicas y métodos más habituales de la ingeniería genética, de su desarrollo, de su utilidad y de su aplicación. La herramienta didáctica elaborada describe:*

- a) Un conjunto de técnicas básicas de ingeniería genética siguiendo un formato homogéneo en forma de fichas, cuyos apartados son: Breve descripción general, Fases principales, Esquema simplificado de su desarrollo, Presentación del experimento-ejemplo que se va a desarrollar, Material necesario, Métodos aplicados y Resultados obtenidos, Interpretación general de los resultados, Preguntas relacionadas con la técnica, Soluciones a las preguntas planteadas. Los experimentos descritos para ejemplificar las técnicas están basados en los realizados por los grupos de investigación participantes y están ilustrados con imágenes y resultados reales de nuestros laboratorios. La mayor parte de ellas se ha desarrollado durante las dos primeras anualidades, completándose en esta 4ª anualidad con la elaboración de 4 nuevas y la revisión de 2 anteriores.*
- b) Un conjunto de filmaciones de la aplicación real de las técnicas más básicas utilizadas en ingeniería genética, así como de la utilización del equipamiento necesario para ello. Se ha desarrollado durante la tercera anualidad.*
- c) Un conjunto de experimentos que describen la utilización de diferentes técnicas de ingeniería genética siguiendo, igualmente, un formato homogéneo en forma de fichas, cuyos apartados son: Introducción. Antecedentes, Objetivos, Técnicas utilizadas, Esquema simplificado del protocolo (metodología), Presentación del experimento que se va a desarrollar, Resultados obtenidos, Interpretación y discusión de los resultados, Bibliografía básica, Preguntas relacionadas con el experimento y la utilización de las técnicas, Soluciones a las Preguntas planteadas. Los experimentos descritos, al igual que para las técnicas son experimentos realizados por los grupos de investigación participantes y están ilustrados con imágenes y resultados reales de nuestros laboratorios. Se han desarrollado durante la tercera anualidad.*
- d) Un conjunto de pruebas de autoevaluación del conjunto de técnicas incluidas en la aplicación ordenadas por nivel de dificultad. Cada pregunta tiene tres posibles soluciones, siendo solo una la correcta. La solución explicada aparece en una nueva ventana tras el primer intento, indicando si es o no la correcta. La autoevaluación lleva asociado un marcador de contestaciones válidas.*

*Los protocolos y textos están elaborados por expertos en ellos. El carácter de autoaprendizaje de la herramienta está planteado, además de en la facilidad de acceso individual a las diferentes técnicas tratadas, en la propuesta de preguntas para la Autoevaluación, que se acompañan de las correspondientes respuestas.*

*Las diferentes técnicas, filmaciones y experimentos están interconectados mediante vínculos, pudiéndose acceder a ellos desde un índice general o desde el propio texto de las fichas de técnicas relacionadas o de los experimentos.*

*Existen otras herramientas didácticas como esquemas, animaciones o transparencias, pero no es usual que la información que proporcionan esté basada en resultados reales ni ligados a experimentos desarrollados por grupos activos de investigación. La innovación didáctica consiste precisamente en esta aproximación a la realidad de un laboratorio de investigación y en la interconexión de las técnicas descritas.*

*Se presentan la primera, segunda, tercera y cuarta (y última) partes del proyecto que ha abordado el tratamiento de 38 técnicas, 8 filmaciones, 4 experimentos y 4 pruebas de autoevaluación.*

*El material ha sido editado en un soporte informático por el Aula Virtual de la UCO, según se establecía en la solicitud del proyecto. Como Anexo, se remitirá una copia en DVD del mismo cuando el Aula Virtual nos lo proporcione.*

*El material elaborado ha merecido el Premio a la Innovación Docente por el Consejo Social de la Universidad de Córdoba en su II convocatoria en la modalidad de Medios, Sistemas, Recursos y Tecnologías de Soporte del Proceso Enseñanza-Aprendizaje.*

**Autoras/es**

(Proyectos en los que ha participado: **n** como coordinador/a)

**Coordinador general:**

Manuel Barbancho Medina-TU (1,2,3,4)

**Coordinación grupos:**

María Teresa Roldán Arjona-TU (1,2,3,4)

M<sup>a</sup> Teresa Morales Ruiz-Contrato Postdoctoral (1,2,3,4)

Encarnación Alejandre Durán-TU (1,2,3,4)

Concepción de la Hera Díaz de Liaño-TU (1,2,3,4)

Carmen Ruiz Roldán-Contrato Postdoctoral (1,2,3,4)

Ángeles Jiménez Marín-Contrato Postdoctoral (1,2,3,4)

Cristina Arce Jiménez-Contrato Postdoctoral (1,2,3,4)

Juan José Garrido Pavón-TU (1,2,3,4)

Luis Morera Sanz-TU (1,2,3,4)

Manuel Ruiz Rubio. CU (1,2,3,4)

**Componentes grupos:**

Yolanda Pareja Jaime Becaria-Predocctoral (1,2,3,4)

Magdalena Martín Urdiróz-Becaria Predocctoral (1,2)

Nicolas Rispail-Contrato Posdoctoral (1,2,3)

Esther Martínez Aguilera-Técnica Laboratorio (1,2,3,4)

Dolores Córdoba-Contrato Postdoctoral (1,2)

Rafael Prados Rosales-Becario Predocctoral (1,2)

Elena Pérez Nadales-Contrato Predocctoral (1,2,3,4)

Manuel Sánchez López-Berges-Becario Predocctoral (1,2,3,4)

Cristina de Miguel Rojas-Becaria Predocctoral (2,3,4)

Lluida López Fernández-Becaria Predocctoral (3,4)

Gesabel Navarro Velasco-Becaria Predocctoral (3,4)

Ángela Moreno López-INVEST CSIC (1,2)

Concepción Lucena Martínez-TU (1,2)

Gema Sanz Santos-Becaria Predocctoral (1,2,3,4)

Gema García Jurado-Contrato Predocctoral (1,2,3,4)

María Ramírez Boo-Becaria Predocctoral (1,2,3)

Melania Collado Romero-Contrato Postdoctoral (3,4)

Rodrigo Prado-Becario Predocctoral (3,4)

Carmen Aguilar -Becaria Predocctoral (3,4)

Nieves Aiyón (3)

María Jesús Santiago García-Becaria FPU (1,2,3,4)

Fernando Calahorro Núñez-Contrato SAS (1,2,3,4)

Alonso Pérez Espinosa-Clinica BAU (1,2,3,4)

Dolores Córdoba-Contrato Postdoctoral (3,4)

Ana Pilar Ortega Galisteo- Becaria Predocctoral (1,2,3,4)

M<sup>a</sup> Isabel Ponferrada Marín- Becaria Predocctoral (1,2,3,4)

M<sup>a</sup> Isabel Martínez Macías- Contrato Predocctoral (1,2,3,4)

Elisabetta Schiliro- Contrato Postdoctoral (1,2)  
 M<sup>a</sup> Victoria García Ortiz- Contrato Postdoctoral (1,2,3)  
 Ángel Ramiro Merina- Becario Predoctoral (3,4)  
 Grupos de investigación  
*Mecanismos moleculares de mutagénesis y reparación de ADN (BIO-301).*  
**Genética y enfermedades del comportamiento (BIO-272)**  
**Ingeniería genética en hongos (AGR-138)**  
**Genómica y mejora animal (AGR-231)**

**Colaboración: Aula Virtual de la UCO**

**Asignaturas afectadas**

<b>Nombre de la asignatura</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
INGENIERÍA GENÉTICA	GENÉTICA	BIOLOGÍA
GENÉTICA MOLECULAR E INGENIERÍA GENÉTICA	GENÉTICA	BIOQUÍMICA
GENÉTICA MOLECULAR HUMANA	GENÉTICA	BIOQUÍMICA
GENÉTICA Y MEDIO AMBIENTE	GENÉTICA	CC AMBIENTALES
GENÉTICA MOLECULAR DE PLANTAS	GENÉTICA	BIOLOGÍA
GENÉTICA	GENÉTICA	BIOLOGÍA
GENÉTICA	GENÉTICA	VETERINARIA
CITOLOGÍA Y GENÉTICA HUMANA	BIOLOGÍA CELULAR	MEDICINA
CRÍA Y SALUD ANIMAL	GENÉTICA	VETERINARIA
NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA MEJORA	GENÉTICA	VETERINARIA
PROGRAMA DE DOCTORADO MEJORA E INGENIERÍA GEN.	GENÉTICA	DOCTORADO

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### Especificaciones

*Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de diez páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.*

### Apartados

#### **1. Introducción** (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

El objetivo general del proyecto de innovación docente, iniciado hace tres anualidades, fue elaborar un material didáctico en soporte informático con el objetivo de proporcionar al alumnado información y documentación real de las técnicas y métodos más habituales de la ingeniería genética, de su desarrollo, de su utilidad y de su aplicación. Se planteó desarrollar dicho material en un formato homogéneo e interactivo, de forma que el propio estudiante pudiera definir su ritmo de estudio en función de sus propias necesidades formativas. A su vez, planteamos utilizar formatos asequibles y reales, documentando las técnicas estudiadas con ejemplos reales de nuestras propias investigaciones, planteando siempre el estudio de cada técnica en el marco de un experimento e incorporando fotografías (y posteriormente filmaciones) reales del desarrollo y de los resultados obtenidos. Fue, desde el inicio, un principio para nosotros poner nuestra experiencia investigadora también al servicio de nuestra función docente.

En las dos primeras convocatorias (2006/2007 y 2007/2008) se desarrolló un conjunto de fichas didácticas conteniendo cada una la descripción de una técnica de ingeniería genética. Dichas fichas estaban estructuradas en los siguientes apartados: *Breve descripción general, Fases principales, Esquema simplificado de su desarrollo, Presentación del experimento-ejemplo que se va a desarrollar, Material necesario, Métodos aplicados y Resultados obtenidos, Interpretación general de los resultados, Preguntas relacionadas con la técnica y Soluciones a las preguntas planteadas*. Todas las técnicas estaban interconectadas entre sí mediante vínculos, de forma que durante su estudio se pudiera acceder con facilidad a la información necesitada en cada momento.

En la tercera convocatoria de proyectos de innovación (2008/2009) se completó el material incorporando dos nuevos módulos sustentados en nuevos conceptos:

- el experimento científico real como elemento de integración de las técnicas ya explicadas en las fichas elaboradas. Entendíamos que este material proporcionaría al alumnado una nueva visión de las técnicas y métodos de la ingeniería genética y de su aplicación real en la investigación, y
- la filmación de la utilización del instrumental esencial para el desarrollo de las técnicas. Este material proporcionaría un importante elemento de refuerzo para la comprensión de las técnicas.

En la cuarta convocatoria de proyectos de innovación (2009/2010), a la que corresponde esta Memoria, al grupo solicitante se le concedió subvención para desarrollar la cuarta y última parte de este ambicioso proyecto destinado a la elaboración de una herramienta didáctica para la enseñanza de técnicas de la Ingeniería Genética en soporte virtual. En concreta en esta 4ª anualidad se ha desarrollado lo siguiente:

- la incorporación de nuevas técnicas en las fichas correspondientes en un formato similar a las anteriores.
- la revisión de técnicas anteriores.
- la incorporación de pruebas de autoevaluación del conocimiento adquirido.

En conjunto se ha elaborado ya el material didáctico comprometido, consistente en:

- 38 fichas normalizadas con otras tantas técnicas (ver tabla en apartado de Descripción de la Experiencia) a las que se puede acceder a través de diferentes vías como se explicará más adelante. Correspondió al trabajo realizado durante las dos primeras anualidades.
- 9 filmaciones de la aplicación real de las técnicas más básicas utilizadas en ingeniería genética, así como de la utilización del equipamiento necesario para ello. Se ha desarrollado durante la tercera anualidad.
- 4 fichas normalizadas con otros tantos experimentos a los que, al igual que las técnicas, se puede acceder a través de diferentes vías. Se ha desarrollado también durante la tercera anualidad.
- 4 pruebas de autoevaluación ordenadas por niveles progresivos de dificultad.

La justificación conceptual de todo el proyecto se ha apoyado en las siguientes observaciones, ya planteadas en las solicitudes y memorias del primer y segundo proyecto:

1. La enseñanza de asignaturas con alto contenido técnico y aplicado, como la Ingeniería Genética, requeriría un alto porcentaje de créditos prácticos para obtener un aprendizaje significativo por el alumnado. Sin embargo, por razones de tiempo y de recursos, no es posible impartir el número de créditos prácticos que esta materia requeriría.
2. La enseñanza de los procesos genético-moleculares, que son el objeto de gran parte de las asignaturas impartidas por el Departamento, requiere como base esencial de su comprensión, la comprensión previa de técnicas de ingeniería genética.
3. El aprendizaje por parte del alumnado, tanto de los procesos genético-moleculares como de las técnicas de ingeniería genética en sí mismas, requiere la utilización de un pensamiento abstracto para lo que se necesita el soporte didáctico adecuado.

Por ello, entendimos como de gran ayuda que:

1. El alumnado pudiera observar, de forma coordinada con la enseñanza de las clases teóricas y de problemas, la realidad de dichas técnicas: la planificación de su utilización, el material necesario, los resultados que proporcionan y el análisis y aplicación de los mismos.
2. El número y la calidad científica del personal del departamento perteneciente a diferentes grupos de investigación, así como la amplitud de técnicas moleculares que se dominan por ellos, serían la garantía que posibilitaría la elaboración de un material de gran valor didáctico.

En consecuencia, nos planteamos como justificación del proyecto que:

1. La realidad virtual puede resolver o paliar los problemas de carencia de tiempo y recursos y, al mismo tiempo, aportar la visión de realidad necesaria para la adecuada comprensión de los métodos y técnicas citadas.
2. La investigación realizada en nuestros laboratorios puede añadir a su función de generación de conocimiento un soporte de excepcional calidad para los procesos de enseñanza.
3. El desarrollo del proyecto incorpora valor formativo desde la perspectiva didáctica para el profesorado que participa en él, con especial atención al del PI más joven.

## **2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia)**

1. Completar el diseño y desarrollo de una metodología innovadora para la enseñanza de la Ingeniería Genética, basada en la práctica de los laboratorios en los que se desarrollan líneas de investigación que utilizan habitualmente métodos y técnicas de Ingeniería Genética.
2. Elaborar una herramienta didáctica en soporte informático que proporcione al alumnado información y documentación real de las técnicas y métodos más habituales de la ingeniería genética, de su desarrollo, su utilidad y su aplicación, haciendo énfasis en los resultados observables y en su interpretación.

3. Poner en práctica, de forma experimental, el material elaborado, a través de la plataforma virtual de la UCO, con el alumnado de alguna/algunas de nuestras asignaturas.

### 3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia)

Según se planteó en la solicitud del proyecto, la experiencia realizada ha consistido en la elaboración de fichas normalizadas para cada módulo: técnicas, filmaciones, experimentos y pruebas de autoevaluación.

Para resaltar la componente didáctica del trabajo realizado se han añadido también nuevos apartados generales introductorios y explicativos de los nuevos módulos, que se comentan en el apartado de Resultados de esta Memoria.

La relación de técnicas, filmaciones, experimentos y pruebas de autoevaluación incluida en el material desarrollado, así como la relación de apartados generales antes comentados, se muestra en la tabla siguiente, resaltando aquellos apartados o módulos desarrollados o revisados en la cuarta anualidad:

<b>PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE UCO TÉCNICAS EN INGENIERÍA GENÉTICA. DPTO. GENÉTICA</b>	
<b><u>PRESENTACIÓN</u></b>	
<b><u>CONTENIDOS DE LA APLICACIÓN (4ª_r)</u></b>	
<b><u>INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA GENÉTICA (4ª_r)</u></b>	
<b><u>DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LAS TÉCNICAS</u></b>	
<b><u>DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LAS FILMACIONES</u></b>	
<b><u>DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LOS EXPERIMENTOS</u></b>	
<b><u>DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LAS PRUEBAS DE AUTOEVALUACIÓN (4ª)</u></b>	
<b><u>DIAGRAMA DE INTERCONEXIÓN DE TÉCNICAS</u></b>	
<b><u>PROCEDIMIENTOS DE ACCESO A LAS TÉCNICAS</u></b>	
<b><u>PROCEDIMIENTOS DE ACCESO A LAS FILMACIONES</u></b>	
<b><u>PROCEDIMIENTOS DE ACCESO A LOS EXPERIMENTOS</u></b>	
<b><u>PROCEDIMIENTOS DE ACCESO A LAS PRUEBAS DE AUTOEVALUACIÓN (4ª)</u></b>	
<b><u>RELACIÓN DE TÉCNICAS (4ª_r)</u></b>	
<b><u>RELACIÓN DE FILMACIONES</u></b>	
<b><u>RELACIÓN DE EXPERIMENTOS</u></b>	
<b><u>RELACIÓN DE PRUEBAS DE AUTOEVALUACIÓN (4ª)</u></b>	
<b>RELACIÓN DE TÉCNICAS</b>	<b>NIVEL de conocimiento</b>
<b>1. Aislamiento de ácidos nucleicos:</b>	
<b>1.1. ADN genómico.</b>	<b>Básico</b>
<b>1.2. ARN total.</b>	<b>Básico</b>

1.3. <b>ADN plásmidico.</b>	Básico
2. <b>Endonucleasas de restricción: fragmentos de restricción y elaboración de mapas.</b>	Básico
3. <b>Clonación: elección de vectores (plásmidos, fagos, ...) identificación de recombinantes; identificación de los fragmentos clonados (4ª_r).</b>	Básico
4. <b>Construcción de genotecas:</b>	
4.1. <b>Genómicas.</b>	Básico
4.2. <b>De ADNc.</b>	Básico
5. <b>Rastreo/escrutinio de genotecas:</b>	
5.1. <b>Mediante sondas oligonucleotídicas de ADN.</b>	Básico
6. <b>Producción de anticuerpos:</b>	
6.1. <b>Policlonales.</b>	Avanzado
6.2. <b>Monoclonales.</b>	Avanzado
6.3. <b>Aplicaciones en la caracterización celular:</b>	
6.3.1. <b>Inmunocitoquímica.</b>	Avanzado
6.3.2. <b>Citometría de flujo.</b>	Avanzado
7. <b>Sistemas de transformación genética de células:</b>	
7.1. <b>Transformación bacteriana.</b>	Básico
7.2. <b>Transformación de células de hongos.</b>	Medio
7.3. <b>Transformación de células de plantas.</b>	Medio
7.4. <b>Transformación de células animales (4ª).</b>	Medio
8. <b>Detección de transformantes/transfectantes:</b>	
8.1. <b>Técnica de hibridación Southern.</b>	Básico
8.2. <b>Técnica de hibridación Northern.</b>	Básico
8.3. <b>Técnica de detección Western.</b>	Básico
9. <b>PCR: elección de cebadores, aplicaciones:</b>	
9.1. <b>PCR convencional.</b>	Básico
9.2. <b>RT-PCR.</b>	Medio
9.3. <b>rt-PCR cuantitativa.</b>	Medio
10. <b>Secuenciación: elección de iniciadores; extensión de la secuencia; aplicaciones (4ª).</b>	Básico
11. <b>Marcadores moleculares: aplicaciones:</b>	
11.1. <b>RFLPs.</b>	Medio
11.2. <b>Microsatélites.</b>	Medio
11.3. <b>SNPs.</b>	Medio
12. <b>Sistemas de expresión de fragmentos de ADN clonados:</b>	
12.1. <b>Sistemas procarióticos.</b>	Básico
12.2. <b>Sistemas eucarióticos: Levaduras.</b>	Medio
13. <b>Análisis de la expresión con genes chivatos:</b>	
13.1. <b>Gen GUS.</b>	Medio
13.2. <b>Gen GFP.</b>	Medio
14. <b>Aplicaciones en la caracterización celular: FISH</b>	Avanzado

<b><u>(Hibridación <i>in situ</i> fluorescente).</u></b>	
<b>15. <u>Transcriptomas: fundamento y aplicaciones.</u></b>	<b>Avanzado</b>
<b>16. <u>Proteomas: fundamento y aplicaciones.</u></b>	<b>Avanzado</b>
<b>17. Separación electroforética de macromoléculas:</b>	
<b>17.1. <u>Ácidos nucleicos: geles de agarosa. (En Técnica 2)</u></b>	<b>Básico</b>
<b>17.2. <u>Ácidos nucleicos: geles de acrilamida.</u></b>	<b>Básico</b>
<b>17.3. <u>Proteínas: geles de acrilamida (4ª).</u></b>	<b>Medio</b>
<b>RELACIÓN DE FILMACIONES (3ª)</b>	<b>Técnicas relacionadas</b>
<b>1. Aislamiento ADN plasmídico. Miniprep.</b>	<b>1.3</b>
<b>2. Aislamiento ADN genómico.</b>	<b>1.1</b>
<b>3. PCR estándar.</b>	<b>9.1</b>
<b>4. PCR cuantitativa.</b>	<b>9.3</b>
<b>5. Electroforesis en geles de agarosa. Resultados del uso de enzimas de restricción.</b>	<b>2 17.1</b>
<b>6. Electroforesis en geles de acrilamida.</b>	<b>17.2 ó 17.3</b>
<b>7. Southern. Identificación de un fragmento de ADN genómico.</b>	<b>8.1</b>
<b>8. Western/Inmunoblotting. Identificación de una proteína de interés con un Ab.</b>	<b>8.3</b>
<b>RELACIÓN DE EXPERIMENTOS</b>	<b>Técnicas utilizadas</b>
<b>1. <u>Aislamiento, caracterización y análisis de la expresión de los genes de dos polimerasas de síntesis translesión en <i>Arabidopsis thaliana</i>.</u></b>	<b>1.1; 1.3; 2; 3; 5.1; 7.1; 7.3; 9.1; 9.2; 9.3;</b>
<b>2. <u>Papel de la proteína VeA en la patogénesis de <i>Fusarium oxysporum</i>.</u></b>	<b>1.2; 1.3; 2; 3; 7.2; 8.1; 8.2; 9.2; 17.1</b>
<b>3. <u>Clonación, caracterización y análisis de expresión del gen <i>CD61</i> porcino.</u></b>	<b>1.1; 2; 3; 5.1; 6.2; 6.3.1; 7.1; 9.1; 9.3; 11.3; 12.1</b>
<b>4. <u>Identificación de los dominios funcionales de la 5mC DNA glicosilasa ROS1.</u></b>	<b>1.2; 2; 3; 7.1; 9.1; 12.1; 17.1</b>
<b>RELACIÓN DE PRUEBAS DE AUTOEVALUACIÓN (nivel) (4ª).</b>	<b>Técnicas evaluadas</b>
<b>1. <u>Prueba de nivel básico</u></b>	<b>2, 3, 4.1, 8.1, 8.3, 9.1, 9.2, 10, 12.2, 17.1, 17.3, 18</b>
<b>2. <u>Prueba de nivel básico-medio</u></b>	<b>3, 7.3, 8.1, 8.3, 9.1, 9.2, 10, 12.1, 13.1, 17.1</b>
<b>3. <u>Prueba de nivel medio-avanzado</u></b>	<b>2, 6.2, 6.3.1, 6.3.2, 8.3, 9.1, 9.2, 9.3, 11.3, 12.1, 13, 15, 16, 17.1, 17.3, 18</b>
<b>4. <u>Prueba de nivel avanzado</u></b>	<b>9.1, 9.2, 9.3, 10, 11.3, 14, 17.1, 18</b>



A) Las fichas de las técnicas están presentadas en un formato normalizado que contiene los siguientes apartados:

**1. Numeración y nombre de la técnica,**

De acuerdo con la relación de la tabla anterior.

**2. Breve descripción general.**

Se expone brevemente en qué consiste la técnica, cómo se aplica, que posibles modalidades tiene, para qué se puede utilizar y qué resultados puede aportar. Contiene vínculos con otras técnicas que están relacionadas con ella o que han de ser utilizadas durante su aplicación.

**3. Fases principales (protocolo simplificado).**

Se identifica y describe el objetivo de las diferentes fases, en orden progresivo de aplicación.

**4. Esquema simplificado del protocolo.**

Para facilitar la comprensión de la técnica, se presentan las fases descritas en el apartado anterior en forma de esquema gráfico haciendo referencia explícita a las mismas.

**5. Presentación del experimento que se va a desarrollar.**

Para ilustrar la aplicación de la técnica desde una perspectiva real y práctica, se describe el experimento concreto que se va a desarrollar. Estos experimentos corresponden a fases de los realizados en los laboratorios por los grupos de investigación participantes. Es decir, responden a su trabajo real y cotidiano de investigación.

**6. Material necesario.**

Se describe brevemente el material que se usará en cada fase; aparatos, plásmidos, cebadores, enzimas, mezclas de reacción, etc...

**7. Métodos aplicados y Resultados obtenidos.**

En cada una de las fases en las que puedan visualizarse resultados, se muestran éstos y se comentan. Se incluyen fotografías tanto de cómo se procede y del material utilizado como, especialmente, de los resultados obtenidos. Siguen el orden de las diferentes fases descritas.

**8. Interpretación general de los resultados.**

Se hace una descripción general de los resultados obtenidos, y se discuten los mismos en función de los objetivos marcados en el experimento propuesto.

**9. Preguntas relacionadas con la técnica.**

Se proponen cuestiones como forma de autoevaluar la comprensión de la técnica. Tiene un formato libre. Se puede preguntar qué se hubiera esperado en otros supuestos, por qué se observa o no algo que debe o no observarse, se proponen ejercicios relacionado con la técnica, etc...

**10. Soluciones a las Preguntas planteadas.**

Se exponen las soluciones razonadas a las preguntas planteadas en el apartado anterior.

B) Las fichas de los experimentos están presentadas en un formato normalizado que contiene los siguientes apartados:

**1. Numeración y nombre del experimento,**

De acuerdo con la relación de la tabla anterior.

**2. Introducción. Antecedentes**

Se exponen brevemente los antecedentes registrados que justifican el experimento a desarrollar. Se identifica la necesidad o conveniencia de indagar sobre alguna cuestión no resuelta.

**3. *Objetivos.***

Se proponen con nitidez los objetivos de la investigación, de acuerdo con lo planteado en el apartado anterior.

**4. *Técnicas utilizadas.***

Se indican las técnicas descritas en el apartado de técnicas que se utilizan para el desarrollo del experimento. Existen vínculos con ellas.

**5. *Esquema simplificado del protocolo (metodología).***

Para facilitar la comprensión tanto del experimento como de las técnicas que van utilizarse, se presenta el protocolo en forma de esquema gráfico dividido en fases, haciendo referencia explícita en cada una de ellas a las técnicas que se van a utilizar. Se establecerán vínculos con las fichas correspondientes para un conocimiento previo más preciso de las mismas, en caso de interés del usuario del material.

**6. *Presentación del experimento que se va a desarrollar.***

Para ilustrar la aplicación de la técnica desde una perspectiva real y práctica, se describe el experimento concreto que se va a desarrollar. Estos experimentos corresponden a fases de los realizados en los laboratorios por los grupos de investigación participantes. Es decir, responden a su trabajo real y cotidiano de investigación.

**7. *Resultados obtenidos.***

En cada una de las fases en las que puedan visualizarse resultados, se muestran los obtenidos. Los resultados pueden ser fotografías, esquemas, secuencias, métodos o técnicas alternativas, ... No obstante, se resaltan especialmente las fases de los protocolos que conllevan la observación los resultados. Siguen el orden de las diferentes fases descritas.

**8. *Interpretación y discusión de los resultados.***

Se hace una descripción general de los resultados obtenidos, y se discuten los mismos en función de los objetivos marcados y de los antecedentes en los que basa el experimento desarrollado.

**9. *Bibliografía básica.***

Se relacionan los artículos de investigación publicados más básicos citados en el texto del experimento descrito. Al ser experimentos desarrollados por los investigadores de los grupos participantes, se incluyen artículos propios.

**10. *Preguntas relacionadas con el experimento y la utilización de las técnicas.***

Se proponen cuestiones como forma de autoevaluar la comprensión tanto del experimento como de las técnicas utilizadas. Tiene un formato libre. Se puede preguntar qué se hubiera esperado en otros supuestos, por qué se observa o no algo que debe o no observarse, se proponen ejercicios relacionados con la técnica, etc...

**11. *Soluciones a las Preguntas planteadas.***

Se exponen las soluciones razonadas a las preguntas planteadas en el apartado anterior.

Los diseños experimentales y los resultados presentados en las fichas están basados en los experimentos que se desarrollan en nuestros laboratorios de investigación. En todo caso, para proteger los resultados de las investigaciones en curso se puede haber modificado, en algún caso, la identidad de los mismos.

C) Las fichas de las filmaciones están también presentadas en un formato normalizado que contiene los siguientes apartados:

**1. Numeración y nombre de la filmación.**

Se numera y titula de forma precisa lo que se va a observar.

**2. Introducción.**

Se describe brevemente lo que se va a observar.

**3. Etapas de la filmación.**

Se identifican los diferentes momentos o etapas del desarrollo de la técnica filmada. Éstas se pueden activar de forma individualizada mediante vínculos desde el guión de la presentación. También existe una versión continua de la filmación.

**4. Resultados obtenidos.**

Se comentan en forma de texto los resultados obtenidos y filmados. Si hubiera resultados intermedios en alguna o todas las fases, se identifican de forma separada.

D) Las fichas de las pruebas de autoevaluación están también presentadas en un formato normalizado que contiene los siguientes apartados:

**1. Nivel de dificultad.**

Se identifica el nivel de dificultad (básico, medio, avanzado) de la prueba.

**2. Técnicas incluidas en la evaluación.**

Se indican las técnicas evaluadas en la prueba. Existen vínculos con ellas.

**3. Preguntas de respuesta múltiple.**

Se enuncian las preguntas y subpreguntas ofreciendo para cada una de ellas tres posibles respuestas de las que solo una es correcta.

**4. Soluciones comentadas.**

Se muestra la solución correcta comentada.

Las pruebas de autoevaluación incorporan un contador automático que proporciona el porcentaje de respuestas correctamente contestadas. Para cada pregunta solo es posible un solo intento de respuesta, aunque la solución se muestra tras elegir cualquier opción.

**4. Materiales y métodos (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)**

Siguiendo el proceso ya aplicado en anteriores Memorias, cada técnica, filmación o experimento fue asignado a los grupos de investigación de acuerdo con su especialización. La asignación, por tanto, ha aprovechado la experiencia de las personas en relación con la investigación que realizan. Es una forma eficaz de controlar la calidad de la información proporciona, de las técnicas utilizadas y de los resultados obtenidos. Cada grupo ha elaborado una de las pruebas de autoevaluación tratando de incluir aquellas técnicas que fueran trabajadas por ellos. Lógicamente, esto no es excluyente y cada prueba incluye las técnicas necesarias para desarrollar el experimento en el que se basa.

Desde un punto de vista operativo, los coordinadores de grupo, junto con el coordinador general del proyecto, revisaron los trabajos que se habían propuesto en la solicitud del proyecto. Estos fueron asignados a cada uno de los cuatro grupos de investigación participantes en el proyecto. Dichas propuestas fueron presentadas a todos los participantes en el proyecto para, tras sus observaciones, establecer tanto la relación definitiva que debía

exponerse en los formatos de ficha aprobados por consenso. La asignación ha aprovechado la experiencia de las personas en relación con la investigación que realizan.

Una vez se dispuso de las primeras propuestas, que iban depositándose en el ordenador común adquirido con los fondos asignados al proyecto, el coordinador del proyecto revisó estas primeras versiones, proponiendo las sugerencias o cambios necesarios a los coordinadores de otros grupos diferentes de los encargados de su confección. Dichos coordinadores, a su vez, proponían las sugerencias o cambios que estimaban oportunos y, todos ellos eran revisados por sus autores de los experimentos. Se elaboraron así las versiones definitivas, que eran igualmente depositadas en el ordenador hasta la integración general.

Las filmaciones, una vez se disponía de las primeras versiones, eran visionadas por todo el grupo, que hacía las sugerencias oportunas con las que se elaboraban las versiones definitivas.

Con todo el material, el coordinador general elaboraba la versión inicial de todo el material para su traslado y explicación al Aula Virtual de la UCO para la maquetación definitiva del mismo.

## **5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

Durante esta curta anualidad se han elaborado 38 técnicas, 8 filmaciones, 4 experimentos y 4 pruebas de autoevaluación, lo que representa el máximo grado de satisfacción del compromiso adquirido.

Como materiales concretos se ha elaborado un documento-índice con vínculos informáticos a otros tantos documentos. El documento-índice contiene:

- i. Una presentación del material elaborado.
- ii. Una introducción general a la Ingeniería Genética (con mención particularizada de las técnicas tratadas).
- iii. Una descripción de los contenidos de fichas técnicas, filmaciones, experimentos y pruebas de autoevaluación.
- iv. Un diagrama de interconexión de las técnicas.
- v. Los procedimientos de acceso a las técnicas, filmaciones, experimentos y pruebas de autoevaluación.
- vi. La relación de técnicas, filmaciones, experimentos y pruebas de autoevaluación.
- vii. Los autores y autoras.

Cada técnica, filmación, experimento o prueba de autoevaluación ha sido elaborado en un archivo independiente al que se puede acceder de tres formas:

- Desde la relación numerada de las técnicas, filmaciones, experimentos o pruebas de autoevaluación del índice general.
- Desde el esquema gráfico de las técnicas del índice general (para las técnicas solo).
- Desde los textos de técnicas relacionadas descritas en las fichas de las técnicas o de los experimentos.

Como estaba previsto y propuesto en la solicitud del proyecto, el conjunto de documentos y técnicas se presenta en un soporte informático para ser utilizado a través de internet o de un **DVD**. En este soporte se establecen los vínculos necesarios, no sólo para facilitar la identificación de las técnicas, sino para interconectarlas entre sí.

La versión informática del material final ha sido elaborada por el Aula Virtual de la UCO, tras haber estudiado de forma conjunta, Aula-Grupo, el formato de la edición del mismo. Se adjunta una copia en forma de DVD como Anexo a esta Memoria. A continuación se muestra la imagen de la carátula del DVD.



El DVD contiene un archivo *autorun* que permite la apertura automática de la aplicación, una vez introducido aquél en la unidad de disco. No obstante, en algunos ordenadores, dependiendo de su configuración, dicho archivo **puede no funcionar**. En estos casos **debe abrirse el archivo en flash** y desde su índice (2ª ventana) *moverse* por toda la aplicación.

**6. Utilidad** (comentar para qué ha servido la experiencia y a quienes o en qué contextos podría ser útil)

La valoración que hacen los componentes del grupo del resultado hasta ahora obtenido es muy buena. El material elaborado es valioso e innovador. Entre sus ventajas se podrían citar las siguientes:

- Su valor didáctico: la comprensión de las técnicas, basada en gran medida en un pensamiento abstracto, se facilita y concreta por el formato adoptado. Cuentan, por otra parte, con preguntas y respuestas para la Autoevaluación del aprendizaje.
- Su flexibilidad: las técnicas pueden consultarse por el alumnado en función de las necesidades de aprendizaje.
- Su practicidad: las técnicas se aplican a casos reales y cotidianos en los laboratorios.
- Su versatilidad: se presentan tanto técnicas básicas como técnicas más sofisticadas para un mayor grado de profundidad en el aprendizaje.
- Su actualización: se presentan protocolos actualizados y experimentos de reciente realización.
- Su capacidad de autoevaluación para el aprendizaje y la revisión del mismo.

Desde otra perspectiva, la experiencia ha sido muy útil como vehículo de conexión entre la investigación y la enseñanza. Cuatro grupos de investigación con amplia experiencia se han coordinado para ofrecer un material didáctico valioso.

El material elaborado y sus futuras actualizaciones pueden ser utilizados en contextos muy diferentes:

- La ingeniería genética es hoy día esencial en muchas áreas del saber: salud, agronomía, industrial, ciencias jurídicas, arqueología, ... por lo que el material elaborado puede servir de complemento pedagógico en todas estas áreas del saber.
- Por su flexibilidad, el material elaborado puede ser utilizado en diferentes asignaturas y niveles, desde en asignaturas de primeros o segundos ciclos (grado en la nueva nomenclatura) a asignaturas de postgrado.
- Por su valor aplicado el material puede ser igualmente utilizado por el personal investigador, siempre en formación.
- Por su formato, puede ser utilizado, sin costes importantes, tanto en ordenadores personales como en plataformas colectivas.

#### 7. **Observaciones y comentarios** (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

Está prevista la edición del material elaborado para con posterioridad ser utilizado en un curso "on line".

#### 8. **Autoevaluación de la experiencia** (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia).

En el apartado de Material y Métodos se describen los diferentes niveles de Autoevaluación del trabajo realizado, al que hay que añadir la revisión general de la versión final del trabajo.

Sin haber desarrollado ningún procedimiento explícito de Autoevaluación, los integrantes del grupo han mostrado un alto grado de satisfacción con el resultado hasta ahora obtenido.

No obstante la evaluación concluyente la proporcionarán los futuros usuarios, ya que es objetivo del grupo, como ya se ha comentado, editar el material una vez se complete el trabajo.

En este sentido, cabe resaltar que el material elaborado hasta la 3ª anualidad fue presentado a la II Convocatoria de Innovación Docente del Consejo Social de la UCO y obtuvo el **Premio en la modalidad de Innovación en los Medios, Sistemas, Recursos y Tecnologías de Soporte del Proceso Enseñanza-Aprendizaje**.

#### **Bibliografía**

- Arce C., Moreno A., Millán Y., Martín de las Mulas, J., Llanes, D. Production and characterization of monoclonal antibodies against dog immunoglobulin isotypes. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 2002. 88: 31 – 41.
- Bayram, O., Krappmann, S., Ni, M., Woo Bok, J., Helmstaedt, K., Valerius, O., Braus-Stromeyer, S., Kwon, N.J., Keller, N.P., Yu, J.H., Braus, G.H. (2008) VeIB/VeA/LaeA Complex Coordinates Light Signal with Fungal Development and Secondary Metabolism. *Science* 320, 1504.
- Calvo, A.M. (2008) The VeA regulatory system and its role in morphological and chemical development in fungi. *Fungal Genet. Biol.* 45, 1053–1061.
- Frchet, P., Utan, G., Thevenon, D., Denarier, E., Prnadini, M.H., Marguerie, G., 1990. GPIIa and GPIIb amino acids sequences deduced from human megakaryocyte cDNAs. *Mol. Biol. Rep.* 14(1): 27-33.
- Gong, Z., T. Morales-Ruiz, et al. (2002). "ROS1, a repressor of transcriptional gene silencing in Arabidopsis, encodes a DNA glycosylase/lyase." *Cell* 111(6): 803-14.

- Gordon, T. and Martyn, R. (1997) The evolutionary biology of *Fusarium oxysporum*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 35, 111–128.
- Herrmann M., Zocher R. y Haese A. (1996) Effect of disruption of the enniatin synthetase gene on the virulence of *Fusarium avenaceum*. *MPMI.* 9, 226-232
- Hynes, R.O., 1987. Integrins: a family of cell surface receptors, *Cell* 48 (1987), pp. 549–554.
- Jiménez-Marín A., Yubero N., Estes G., Moreno A., de las Mulas J.M., Morera L., Llanes D., Barbancho M., Garrido J.J., 2008. Molecular characterization and expression analysis of the gene coding for the porcine beta (3) integrin subunit (CD61). *Gene*, 408:9-17.
- Jiménez-Marín, A., Garrido, J.J., de Andrés-Cara, D.F., Morera, L., Barbancho M. and D. Llanes, 2000. Molecular cloning and characterization of the pig homologue to human CD29, the integrin  $\beta_1$  subunit. *Transplantation* 70 (4): 649–655.
- Joyce, C., Quantitative RT-PCR. A review of current methodologies. *Methods Mol Biol*, 2002. 193: p. 83-92.
- Lehmann, A.R., A. Niimi, T. Ogi, S. Brown, S. Sabbioneda, J.F. Wing, P.L. Kannouche and C.M. Green “Translesion synthesis: Y-family polymerases and the polymerase switch”. *DNA Repair* 6 (2007): 891-899.
- Mooney, J.L. and Yager, L.N. (1990) Light is required for conidiation in *Aspergillus nidulans*. *Genes Dev.* 4, 1473–1482.
- Morales-Ruiz, T., A. P. Ortega-Galisteo, et al. (2006). "DEMETER and REPRESSOR OF SILENCING 1 encode 5-methylcytosine DNA glycosylases." *Proc Natl Acad Sci U S A* **103**(18): 6853-8.
- Moreno, A., Lucena, C., López, A., Garrido, J.J., Pérez de la Lastra J.M. and D. Llanes, 2002. Immunohistochemical analysis of beta3 integrin (CD61): expression in pig tissues and human tumors. *Histol. Histopathol.* 17 (2): 347–352.
- Morera L., Jiménez-Marín A., Yerle M., Barbancho M.J., Llanes D., Garrido J.J., 2002. A polymorphic microsatellite within the 3'-UTR of the ITGB3 porcine gene located on pig chromosome 12p11-2/3p13. *Animal Genetics* 33, 224-248.
- Morera, L., Jiménez Marín, Á., Yerle, M., Llanes, D., Barbancho, M., Garrido, J.J. A polymorphic microsatellite located on pig chromosome band 12p11-2/3p13 within the 3'UTR of the ITGB3 gene. *Animal Genetics*, 2002; 33 (2), 239 – 240
- O'Connell, J., An RT-PCR-based protocol for the rapid generation of large, representative cDNA libraries for expression screening. *Methods Mol Biol*, 2002. 193: p. 363-74.
- Perera González, Julián; Tormo Garrido, Antonio; García López, José Luis. Ingeniería Genética. Volumen 1: Preparación, Análisis, manipulación y clonaje de DNA. Editorial Síntesis.
- Roldan-Arjona, T., Y. F. Wei, et al. (1997). "Molecular cloning and functional expression of a human cDNA encoding the antimutator enzyme 8-hydroxyguanine-DNA glycosylase." *Proc Natl Acad Sci U S A* **94**(15): 8016-8020.
- Santiago M.J., Alejandro Durán E. and Ruiz-Rubio M. “Analysis of UV-induced mutation spectra in *Escherichia coli* by DNA polymerase eta from *Arabidopsis thaliana*”. *Mutation Research* 60 (2006): 51-60.
- Santiago M.J., E. Alejandro-Durán, M. Ruiz-Rubio. “Alternative splicing of two translesion synthesis DNA polymerases from *Arabidopsis thaliana*”. *Plant Science* (2009) 176: 591-596.
- Santiago, M.J., M. Ruiz-Rubio, L. Di Dio, J.A. González-Reyes, E. Alejandro-Durán, “Ubiquitous expression of two translesion synthesis DNA polymerase genes in *Arabidopsis*”. *Planta* (2008) 227:1269-77.
- Yubero, N., Morera, L., Martínez, A., Jiménez Marín, Á., Garrido, J. Identification of SNPs in the CD61 (ITGB3) porcine gene. 29th International Conference on Animal Genetics; Proceedings (<http://www2.kobe-u.ac.jp/~isag2004/>). Tokio, Japón, 2004

### **Lugar y fecha de la redacción de esta memoria**

Córdoba, 22 de septiembre de 2010.

Manuel Barbancho Medina

Coordinador general del Proyecto