



VNIVERSIDAD
DSALAMANCA

Memoria de actividades del proyecto de innovación docente

iPLANT IV: Repositorio documental de Fisiología Vegetal.

Ref. ID2013/299

Realizado por:

Profesor responsable: Oscar Lorenzo Sánchez
Miembros del equipo: M^a Dolores Rodríguez Martín
Luis Sanz Andreu
Isabel Mateos Moreno
Abelardo Modrego Ruiz
Pablo Albertos Arranz
Patricia Fresnillo Herrero
Inmaculada Sánchez Vicente
Tamara Lechón Gómez
Natanael Viñegra De La Torre

Salamanca, 27 de Junio de 2014

Departamento de Fisiología Vegetal-CIALE
Universidad de Salamanca

Resumen:

Este proyecto docente ha servido para la creación de un repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas orientado al aprendizaje e identificación de los fenotipos fisiológicos, genéticos y moleculares utilizados en vegetales, empleando mutantes y plantas transgénicas. Además se han seleccionado, digitalizado e integrado en una base de datos, imágenes de plantas modelo de experimentación como *Arabidopsis* en distintas etapas del desarrollo vegetal, imágenes de microscopía óptica y confocal descritas acorde con los objetivos de las distintas asignaturas a las que está orientado el repositorio documental.

Parte de este material básico, junto con una selección de documentos externos (páginas web, revistas electrónicas, animaciones, videos técnicos y conferencias) se ha utilizado en el presente curso en las distintas asignaturas del Grado en Biología, Biotecnología y Máster en Agrobiotecnología. El conjunto de los recursos está siendo adaptado a formatos de aprendizaje secuencial tutelado y evaluable que se ha integrado en la plataforma **Studium** de la Universidad de Salamanca y ha estará plenamente operativo en el segundo cuatrimestre del curso académico 2013-2014. Del mismo modo, parte del material generado ha sido empleado en la construcción de las páginas web del Máster en Agrobiotecnología y del Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE), así como en los folletos divulgativos del citado Máster.

Introducción:

Los análisis fisiológicos y moleculares en plantas son herramientas imprescindibles para el conocimiento y la comprensión de la función de los vegetales y forman parte de los recursos básicos de todo docente del área de Fisiología Vegetal. Los sistemas docentes tradicionales permiten al alumno un somero conocimiento teórico de las técnicas fisiológicas y moleculares básicas y un manejo práctico de las mismas casi testimonial, mientras que el acceso a unas prácticas actualizadas donde se tengan en cuenta los últimos avances en este campo (mutantes, transgénicas, genes reportadores...) en la programación docente, es muy limitado. Por otra parte, las limitaciones temporales de los estudiantes para poder observar un proceso de crecimiento y desarrollo vegetal o de respuesta a estrés en su totalidad a lo largo del ciclo de vida de la planta, dificultan el aprendizaje del proceder fisiológico.

La buena acogida entre los estudiantes de la innovación práctica llevada a cabo recientemente en las asignaturas de Fisiología Vegetal y Fitopatología Molecular guiadas y generadas por ordenador y empleadas por miembros de este equipo y sus excelentes resultados en el aprendizaje, nos llevaron a plantear la necesidad de diseñar un repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas, donde nuestros estudiantes puedan acudir a la hora de plasmar los resultados una vez hayan obtenido y procesado adecuadamente material vegetal, elegido la(s) técnica(s) más adecuada(s) para un objetivo concreto y aplicado de forma correcta el protocolo correspondiente, para ejercitarse en el diagnóstico fisiológico y molecular, comparando éste con material vegetal virtual propio con enlaces a reconocidas bases de datos de diversas fuentes (Universidades, Instituciones...).

Objetivo del proyecto:

El objetivo general de este proyecto consiste en construir una herramienta informática que, al tiempo que cumple las funciones de simulador de procesos fisiológicos y moleculares, (desde la obtención de mutantes y plantas transgénicas hasta la identificación fenotípica de los mismos), cumpla también funciones de referencia virtual y guía de diagnóstico fisiológico, genético y molecular. El diseño de la aplicación estará asociado a la autoevaluación de cada parte del proceso y exigirá la demostración de conocimientos y destrezas mínimos para avanzar en la aplicación. Este repositorio documental de fisiología y biología molecular de plantas facilitará el aprendizaje y la comprensión de los procesos de crecimiento y desarrollo vegetal o de respuesta a estrés, tanto biótico como abiótico, al tiempo que permitirá al profesorado un seguimiento pormenorizado de los progresos o dificultades en el aprendizaje de cada estudiante y de cada grupo o curso en conjunto.

Justificación:

Cada año, el profesor que redacta esta memoria atiende a unos 130 alumnos de Grado y Máster, en asignaturas en las que el estudio de los aspectos fisiológicos y moleculares del vegetal son esenciales, así como una parte importante de los contenidos prácticos.

Las restricciones temporales de los estudiantes para la experimentación vegetal limitan su participación en la obtención de muestras a la de meros espectadores pasivos; en cuanto a los procesos fisiológicos y moleculares, si bien el conjunto de prácticas de las distintas asignaturas cubren las necesidades conceptuales mínimas, el obligatoriamente corto acceso a los laboratorios y el ciclo de vida del vegetal (aunque en la mayoría de nuestros proyectos de investigación se utilizan especies modelo como *Arabidopsis thaliana*, el tiempo estimado desde la germinación de una semilla hasta la obtención de frutos supera los dos meses), limita la experiencia práctica de nuestros estudiantes y no asegura la adecuada comprensión ni la correcta utilización de las diferentes metodologías. En cuanto al análisis fisiológico y molecular, las prácticas de observación y experimentación programadas sólo permiten un somero atisbo de los principales procesos de crecimiento y desarrollo del vegetal y son del todo insuficientes para asentar los conceptos indispensables y la experiencia de observación mínima para interpretar adecuadamente un proceso de desarrollo vegetal o evaluar las respuestas de las plantas a un estrés determinado, tanto de tipo abiótico (sequía, salinidad, frío...) como biótico (ataque por patógenos, insectos, heridas...). Este aspecto se solventa parcialmente mediante recursos informáticos propios que incluyen enlaces con imágenes de plantas online; pero carecen de tutela académica, de control del rendimiento y no son evaluables directamente.

Por otra parte, el coste económico para la realización de cualquiera de estas prácticas por parte de cada alumno, supera ampliamente la dotación disponible para tal fin, especialmente en asignaturas optativas, en las que no se contempla una dotación especial para las prácticas de laboratorio.

El diseño de la aplicación ha de estar asociado a la demostración de conocimientos y destrezas que permitan al profesorado un seguimiento pormenorizado de los progresos y de las dificultades en el aprendizaje de cada

estudiante y de cada grupo o curso en conjunto.

Actividades realizadas:

Las actividades desarrolladas en relación a este proyecto, así como los resultados obtenidos se considerarán en distintos apartados:

- 1) Realización de un fichero electrónico de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de Arabidopsis disponibles en el laboratorio y documentación digital de los fenotipos de plantas mutantes y transgénicas en plantas modelo de experimentación (Arabidopsis).
- 2) Selección y digitalización de imágenes de fuentes bibliográficas y de bases de datos de acceso libre.
- 3) Diseño y construcción del repositorio documental acorde con los objetivos del proyecto y de supuestos prácticos basados en el material obtenido en los apartados anteriores. Montaje de la documentación en un catálogo virtual.
- 4) Elaboración de los test de evaluación, de los controles de diagnóstico, de la información complementaria adecuada a cada supuesto práctico y de los enlaces a bases de imágenes propias (elaboradas en el proyecto) y externas.
- 5) Montaje del producto final, instalación en el campus virtual de la USAL.

1) Realización de un fichero electrónico de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de Arabidopsis disponibles en el laboratorio y documentación digital de los fenotipos de plantas mutantes y transgénicas en plantas modelo de experimentación (Arabidopsis).

Hemos realizado un fichero electrónico de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de Arabidopsis disponibles en nuestro laboratorio, así como de la información bibliográfica más relevante. Un ejemplo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.- Ejemplo de fichero electrónico de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de Arabidopsis disponibles en el laboratorio.

Nº STOCK	Nombre	Fondo genético	Referencia bibliográfica	Información relevante
1	Col-0	Col-0	http://www.arabidopsis.org	Tipo silvestre
2	L-er	L-er	http://www.arabidopsis.org	Tipo silvestre
3	Ws	Ws	http://www.arabidopsis.org	Tipo silvestre
4	<i>DR5::GUS</i>	Col-0	http://www.arabidopsis.org	Marcador de respuesta a auxinas
5	<i>cycB1;1::GUS</i>	Col-0	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10607302 http://www.arabidopsis.org	Marcador de división celular
6	<i>PIN1::PIN1-GFP</i>	Col-0	Heisler et al., 2005 http://www.arabidopsis.org	Transportador de auxinas.
7	<i>PIN2::PIN2-GFP</i>	Col-0	http://www.arabidopsis.org	Transportador de auxinas.
8	<i>WOX5::GFP</i>	Col-0	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14711878 http://www.arabidopsis.org	Marcador de células del QC
9	<i>cue1</i>	Col-0	He et al., 2004	Mutante sobreproductor de óxido nítrico.
10	<i>atnoa1</i>	Col-0	Guo et al., 2003	Mutante deficiente en óxido nítrico.
11	<i>nia1;nia2</i>	Col-0	Wilkinson and Crawford, 1993	Doble mutante deficiente en óxido nítrico.
12	<i>atnoa1;nia1;nia2</i>	Col-0	Lozano-Juste and Leon, 2010	Triple mutante deficiente en óxido nítrico.

2) Selección y digitalización de imágenes de fuentes bibliográficas y de bases de datos de acceso libre.

Del mismo modo, se han realizado imágenes digitales de diversas plantas modelo habituales en nuestro laboratorio provenientes de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de Arabidopsis de las que disponemos, como los ejemplos que se muestran en la Figura 1.

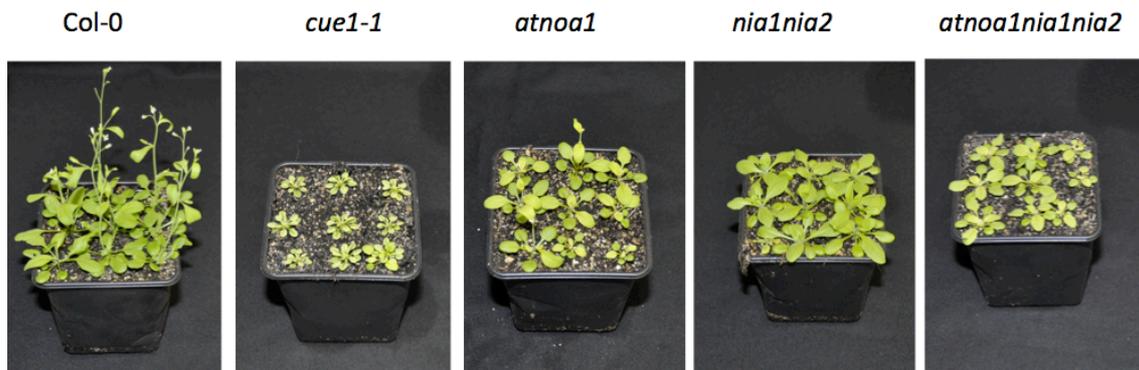


Figura 1.- Ejemplo de documentación digital de plantas modelo de experimentación (*Arabidopsis*). Imágenes digitales de diversas plantas modelo habituales en nuestro laboratorio provenientes de la colección de semillas mutantes y líneas transgénicas de *Arabidopsis*.

3) Diseño y construcción del repositorio documental acorde con los objetivos del proyecto y de supuestos prácticos basados en el material obtenido en los apartados anteriores. Montaje de la documentación en un catálogo virtual.

Si bien la base de la herramienta didáctica que estamos construyendo ha de ser material propio, creemos necesario utilizar material complementario externo procedente de diversas fuentes con objetivos comunes a los de este proyecto. En este sentido, hemos realizado una primera selección de material externo que será utilizado como material complementario como el que destacamos en la Figura 2.

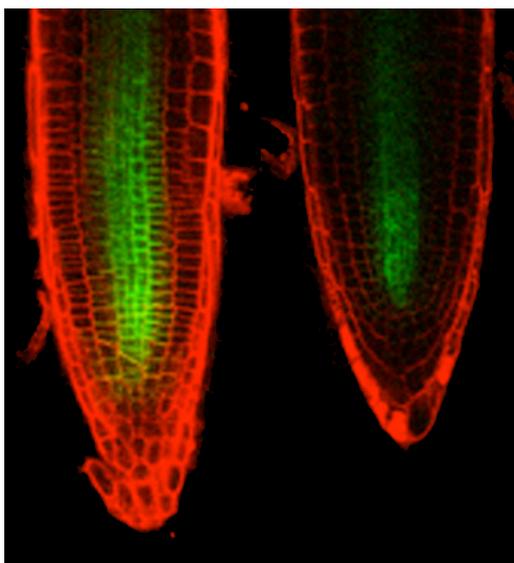


Figura 2.- Ejemplos de selección y digitalización de imágenes de fuentes bibliográficas y de bases de datos de acceso libre. (Localización del transportador de auxinas PIN1 en plantas transgénicas *pPIN1::PIN1-GFP*).

4) Elaboración de los test de evaluación, de los controles de diagnóstico, de la información complementaria adecuada a cada supuesto práctico y de los enlaces a bases de imágenes propias (elaboradas en el proyecto) y externas.

Durante el curso académico que ahora concluye hemos utilizado la plataforma Studium en las asignaturas Fisiología Vegetal (Grado en Biología, <https://moodle.usal.es/course/view.php?id=1583> Figura 3), y Fitopatología Molecular (Grado en Biotecnología, <https://moodle.usal.es/course/view.php?id=1578> Figura 4), para la puesta a punto de los materiales que íbamos elaborando.

Utilizamos la actualización de ambas páginas como medio para testar la potencialidad didáctica de imágenes y esquemas básicos.

Del mismo modo, parte del material generado ha sido empleado en la construcción de las páginas web del Máster en Agrobiotecnología (<http://agrobiotecnologia.usal.es>) y del Centro Hispano-Luso de Investigaciones Agrarias (CIALE, <http://ciale.usal.es>), así como en los folletos divulgativos del citado Máster.

The screenshot displays the Moodle LMS interface for the 'Fisiología Vegetal' course. The main content area lists 13 topics, each with a 'Fotocopias' icon and a checkbox. The topics are:

- III.- FOTOSÍNTESIS. Tema 1.- REDUCCIÓN ASIMILADORA DEL NITRATO.
- Tema 2.- REDUCCIÓN ASIMILADORA DEL SULFATO.
- IV.- RESPIRACIÓN. Tema 1.- RESPIRACIÓN Y MITOCONDRIAS VEGETALES. Tema 2.- RESPIRACIÓN: TRANSPORTE DE ELECTRONES Y FOSFORILACIÓN.
- V.- CRECIMIENTO Y DESARROLLO. Tema 1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CRECIMIENTO.
- Tema 2.- AUXINAS.
- Tema 3.- GIBERELINAS.
- Tema 4.- CITOQUININAS.
- Tema 5.- ETILENO.
- Tema 6.- ÁCIDO ABCSÍCICO.
- Tema 7.- OTROS REGULADORES DEL CRECIMIENTO.
- Tema 8.- DIFERENCIACIÓN.
- Tema 9.- MORFOGÉNESIS.
- Seminarios.

The interface also features a left sidebar with navigation options like 'Personas', 'Actividades', and 'Administración'. The top header shows the 'STUDIUM' logo and user authentication information. The right sidebar contains 'Novedades' and 'Eventos próximos' sections.

Figura 3.- Integración en la plataforma Studium de los contenidos correspondientes a la asignatura de Fisiología Vegetal (Grado en Biología).

The screenshot displays the Studium virtual campus interface. At the top, the Studium logo and 'CAMPUS VIRTUAL' are visible. The user is logged in as 'Óscar Lorenzo Sánchez'. The main content area is titled 'Facultad de Biología' and 'FITOPATOLOGÍA MOLECULAR'. It lists 11 topics, each with a title and associated documents (e.g., photocopies, presentations, seminars). The topics are:

- Tema 1.- Introducción al estudio de las interacciones moleculares entre planta-patógeno.** (Fotocopias Tema 1)
- Tema 2.- Arabidopsis como sistema modelo. Aproximaciones experimentales.** (Fotocopias Tema 2)
- Tema 3.- Mecanismos de ataque por agentes fitopatógenos: virus (y viroides), bacterias, hongos y nematodos.** (Fotocopias Tema 3-4 BacteriasI, Fotocopias Tema 3-4 Virus y Viroides)
- Tema 4.- Reconocimiento específico planta-patógeno. Inmunidad innata: "host" y "non-host".** (Fotocopias Tema 3-4 BacteriasII, Presentación Efectores Tipo III, Fotocopias Tema 3-4 Oomicetos, Fotocopias Tema 3-4 Hongos)
- Tema 5.- Mecanismos generales de defensa de las plantas frente a patógenos.**
- Tema 6.- Síntesis de las moléculas señaladoras: ácido salicílico (SA), ácido jasmónico (JA) y etileno (ET).** (Fotocopias Tema 6-7 JAs, Fotocopias Tema 6-7 ET)
- Tema 7.- Rutas de transducción de señales en la respuesta de defensa de la planta.** (Fotocopias Tema 6-7 SA, Fotocopias Tema 6-7 ABA)
- Tema 8.- Interacciones entre rutas de transducción de señales (crosstalk positivo y negativo).** (Fotocopias Tema 8 ERF1)
- Tema 9.- Función de los productos finales en la relación planta-patógeno.**
- Tema 10.- Aplicación de la Biotecnología Vegetal y mejora clásica de la resistencia a enfermedades.**
- Seminarios** (Producción de vacunas en plantas, Interacción planta-nematodo, Plantas transgénicas, Fitoplasmas, Plantas parásitas, Trichoderma: agente de biocontrol, Patógenos de interés agrícola y/o biotecnológico)

The interface also includes a sidebar with navigation options (Personas, Actividades, Administración) and a right-hand panel with 'Noticias' and 'Eventos próximos'.

Figura 4.- Integración en la plataforma Studium de los contenidos correspondientes a la asignatura de Fitopatología Molecular (Grado en Biotecnología) y Respuesta de la planta a las condiciones adversas del medio: Estréses Bióticos (Máster Universitario en Agrobiotecnología).

5) Montaje del producto final, instalación en el campus virtual de la USAL.

Las pruebas con parte del material elaborado demuestran que incluso en herramientas no específicas para su uso, como la simple integración de documentos aislados, simplifica y mejora notablemente el aprendizaje de los alumnos en todos y cada uno de los niveles y asignaturas. Esto sugiere que la programada integración en una herramienta única puede ser muy eficiente para la docencia y más *amigable* para el aprendizaje. Con este objetivo, desde enero de este año, estamos montando un programa específico, que será el resultado final de este proyecto, que, aún integrado en un servidor externo (Facultad de Biología) será accesible y estará integrado en la plataforma **Studium**.

Como ejemplo de repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas y de recopilación de supuestos prácticos basados en el material obtenido en los apartados anteriores y elaboración de los test de evaluación adecuados a cada supuesto práctico en su conjunto y a cada una de las etapas básicas del mismo, mostramos el integrado en la asignatura de Fitopatología Molecular (Figura 5).

RUTAS DE SEÑALIZACIÓN HORMONAL EN LA RESPUESTA A PATÓGENOS

- Esterilización de semillas de Arabidopsis

Se utiliza Lejía comercial al 75% + Triton X (detergente). Tres lavados con agua y adición de agarosa.

- Estratificación de las semillas a 4°C
- Siembra de semillas por pipeta en placas de MS + los distintos tratamientos

Todos los fenotipos son sembrados en cada una de las placas.

- Identificar los fenotipos entre:

Ácido Jasmónico (JA)	Coi1	Jar1	
Etileno (ACC, precursor de la síntesis)	Ein2	35S:ERF1	Ctrl
Ácido abscísico (ABA)	Abi1	Abi5	35S:ABI5
Silvestre			

Ensayo de etiolación (oscuridad).



Fig.1. ACC oscuridad

Fig.2. MS oscuridad

Las figuras 1 y 2 nos sirven para estudiar la triple respuesta a etileno en oscuridad; si la planta es sensible a ET, debe producirse acortamiento del hipocotilo, exageración del gancho apical e inhibición de las raíces. Ya se ve que 7 y 8 son constitutivos y que 4 es insensible.

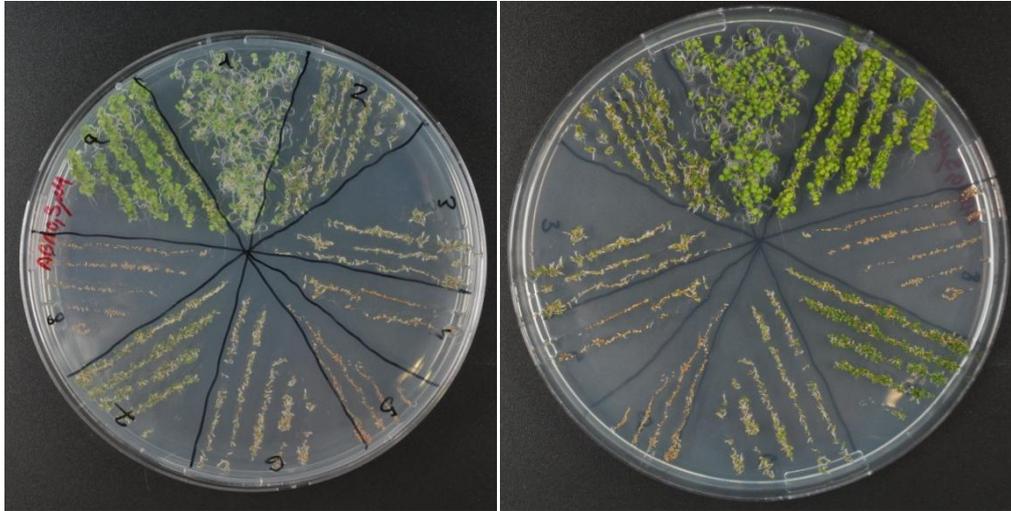


Fig.3A. ABA 0.5μM

Fig.3B. ABA 0.5μM

La placa de ABA al 0.5 μM nos sirve para comprobar la hipersensibilidad a ABA. Se puede observar como los números 4, 5 y 8 no germinan en absoluto, eso significa que son HIPERSENSIBLES a ABA.

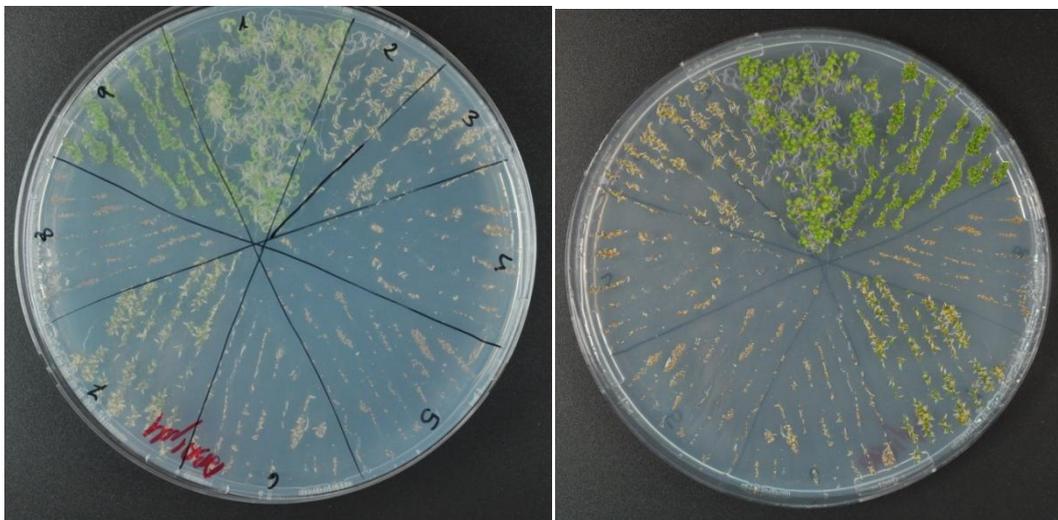


Fig.4A. ABA 1μM

Fig.4B. ABA 1μM

Ahora que hemos visto cuales son los hipersensibles, buscamos en la placa con más concentración de ABA los mutantes sensibles. 4 es sensible.

Además se observa que el número 1 crece en ambas placas, luego concluimos que es un mutante insensible.



Fig.5A. ACC 10 μ M luz

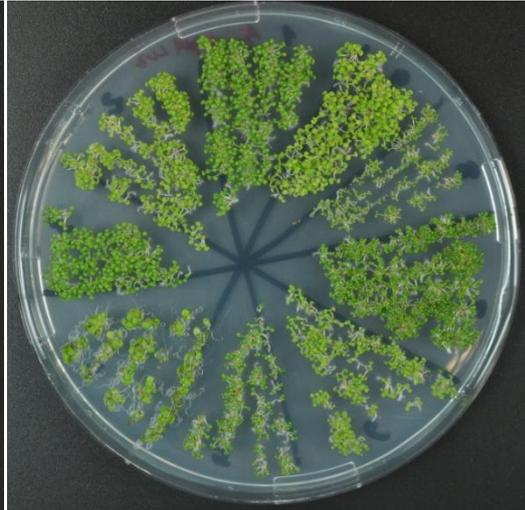


Fig. 5B. ACC 10 μ M luz

Placas para comprobar la sensibilidad a ET crecidas en luz.

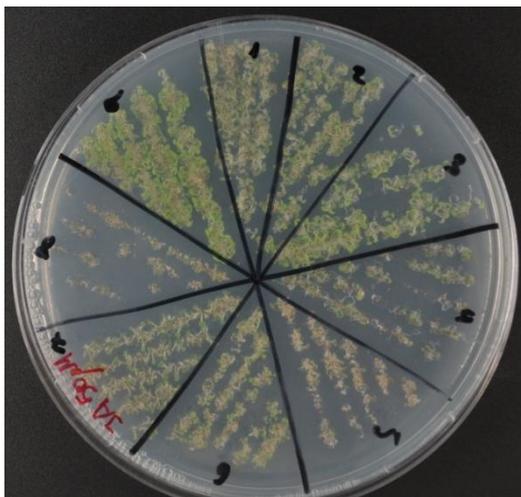


Fig.6A. JA 50 μ M



Fig. 6B. JA 50 μ M

En las placas de JA debemos observar el crecimiento de la raíz y la acumulación de antocianinas (pigmentos rojos) en las hojas. Si muestra estos síntomas la planta es sensible al JA, sino, es insensible.

Se observa que 9 tiene un crecimiento óptimo de la raíz y presenta sólo color verde, también 2 y sobre todo 3. Las antocianinas son visibles en 8, 5, 4, en las dos primeras además no hay crecimiento de raíz.

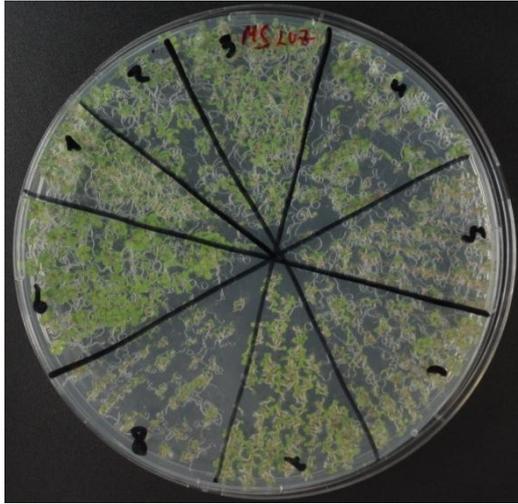


Fig.7A. MS luz



Fig.7B. MS luz

Mediante la observación de los fenotipos se construye una tabla comparativa de los 9 tipos de semillas y su comportamiento ante las diferentes condiciones de las placas.

Los *resultados* son:

1. ABI1, resulta ser el fenotipo que muestra más insensibilidad a ABA en la placa ABA 1 μ M.
2. SILVESTRE, en la placa de JA crece normal (raíz y color verde), muestra triple respuesta al etileno en oscuridad, y en ABA 0.5 μ M germinan el 50% de las plántulas
3. COI1, es el mutante más insensible a JA puesto que sufre una mutación en el receptor. Su fenotipo en la placa de JA no mostraba antocianinas ni acortamiento de la raíz.
4. EIN2, es un fenotipo sensible a ABA y a JA (presenta antocianinas) pero destaca por su insensibilidad a ET en oscuridad, de hecho es el mutante más insensible de ET. En MS es largo y también en ACC.
5. 35S: ABI5, muy sensible a JA (no hay raíz y sí antocianinas), hiper sensible a ABA, observable en la placa de 0.5 μ M ABA.
6. JAR1, mutante de JA en su síntesis de JA-ILE (compuesto activo), crece verde en su placa; además es sensible a ABA.
7. CTR1, mutante constitutivo de etileno, se observa en la placa de ACC en oscuridad. En MS es pequeña y en ACC con luz también.
8. 35S:ERF1, hipersensible a JA, hipersensible a ABA y constitutivo de etileno.
9. ABI5, crecimiento óptimo en JA. Crece en la placa de ABA 1 μ M pero menos que el fenotipo 1.

Figura 5.- Ejemplo de repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas y de recopilación de supuestos prácticos en la asignatura de Fitopatología Molecular.

Principales conclusiones:

Las prácticas fisiológicas y moleculares con organismos vivos, en este caso plantas **reales**, son imprescindibles e insustituibles en la formación de Licenciados o Graduados en Biología, Bioquímica y Biotecnología, titulaciones en las que están implicados los solicitantes de este proyecto. Con este proyecto se aseguran, refuerzan y amplían los conocimientos y la experiencia en la práctica fisiológica y molecular vegetal de manera cómoda para el estudiante, por permitirle gestionar los tiempos de utilización y el ritmo de aprendizaje, al tiempo que le permite seguir, mediante simulación tutelada, aspectos imprescindibles en la formación agrobiotecnológica, pero imposibles de realizar actualmente en nuestra Universidad, además de acceder a herramientas moleculares, hasta ahora infrautilizadas, como a bases de datos de garantía. Y todo ello en un sistema tutelado y sometido a evaluación, tanto por el propio estudiante como por su(s) profesor(es).

Esta herramienta de aprendizaje es supervisada por el profesorado, permitiendo adaptarla a los adecuados niveles conceptuales y destrezas de cada asignatura, estableciendo en cada caso límites mínimos, pero no máximos. Esto permite que el sistema sea único, pero flexible, evaluando en función de los objetivos de cada asignatura, pero permitiendo la práctica, la observación y la adquisición de conocimientos y destrezas en Fitopatología Molecular de Plantas hasta el límite que se marque el propio estudiante. Por todo lo anterior, consideramos que el presente proyecto es un complemento práctico adecuado al Espacio Europeo de la Educación Superior, que mejorará la gestión de recursos temporales y materiales de profesores y alumnos, al tiempo que incrementará sensiblemente la calidad docente y la potencialidad de aprendizaje en las asignaturas para las que está diseñado. También, nos ha permitido desarrollar un nuevo modelo de repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas basado en la actualización de imágenes y bases de datos que suplen las posibles carencias detectadas en la formación de los alumnos superando notablemente las expectativas iniciales. Entre las principales aportaciones del proyecto cabe destacar que el repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas permite 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.

Respecto al rendimiento académico de los alumnos, el índice de satisfacción observado fue alto. Además, la realización del cuaderno de prácticas les permitió una mejor asimilación del contenido teórico. Por tanto, podemos concluir que existe una relación directa entre los objetivos deseados, la metodología activa que se emplea y la evaluación obtenida.

Consideramos relevante hacer notar que este proyecto de **repositorio documental de fisiología y patología molecular de plantas** ha sobrepasado las expectativas iniciales y en la actualidad participan en su elaboración todos los miembros del grupo, incluido PAS y becarios. Por otra parte, recursos no

programados inicialmente, como conferencias internas del CIALE y demostraciones técnicas, estarán disponibles en el producto operativo el curso 2013-2014. Concluimos este informe con el compromiso de consolidar mediante actualización, ampliación y modificación, si fuera necesario, los contenidos del **Repositorio Documental de Fisiología y Patología Molecular de Plantas**, en futuras convocatorias de proyectos de innovación docente.

Salamanca, 27 de junio de 2014.