



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT

BIOTECNOLOGIA VEGETAL

Coordinació: BASSIÉ , LUDOVIC RENÉ BERTIL

Any acadèmic 2023-24

Informació general de l'assignatura

Denominació	BIOTECNOLOGIA VEGETAL			
Codi	101621			
Semestre d'impartició	1R Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Grau en Biotecnologia	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
Nombre de crèdits assignatura (ECTS)	6			
Tipus d'activitat, crèdits i grups	Tipus d'activitat	PRALAB	TEORIA	
	Nombre de crèdits	2.5	3.5	
	Nombre de grups	4	1	
Coordinació	BASSIÉ , LUDOVIC RENÉ BERTIL			
Departament/s	CIÈNCIA I ENGINYERIA FORESTAL I AGRÍCOLA			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	60 hores presencials 90 hores no presencials			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Anglès			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
BASSIÉ , LUDOVIC RENÉ BERTIL	ludovic.bassie@udl.cat	11,4	
CAPELL CAPELL, MARIA TERESA	teresa.capell@udl.cat	3,6	
SABA MAYORAL, ANDREA	andrea.saba@udl.cat	,6	
SOBRINO MENGUAL, GUILLERMO	guillermo.sobrino@udl.cat	,6	

Informació complementària de l'assignatura

L'assignatura de Biotecnologia Vegetal és una assignatura troncal que s'imparteix durant el primer quadrimestre del tercer curs del Grau de Biotecnologia. La càrrega docent d'aquesta assignatura és de 6 crèdits que es distribueixen entre classes teòriques i pràctiques amb 3,5 i 2,5 crèdits respectivament.

L'assignatura s'estructura en 35 sessions teòriques de 50 minuts (incloent una sessió de vídeos sobre el tema del 'molecular farming') i 25 hores per a la realització d'un set de pràctiques de laboratori.

L'assignatura introdueix a l'estudiant en els conceptes de la biotecnologia vegetal i es basa sobre dues línies essencials: la biotecnologia molecular i la biotecnologia aplicada.

La **biotecnologia molecular** es considera fonamental aportant les nocions teòriques. Aquí l'objecte principal és conèixer i entendre els nivells bàsics d'organització molecular cel·lular per tal de poder aplicar amb èxit les tècniques de millora genètica vegetal contemporànies.

La biotecnologia molecular es basa en l'estudi de:

- la estructura i dels mecanismes moleculars de l'expressió (transcripcional) dels gens
- les eines moleculars i els diversos mètodes de transformació específiques utilitzades pel sistema vegetal

Per tal de desenvolupar el concepte de la assignatura, la **biotecnologia vegetal aplicada** es tracta amb unes diferents espècies vegetals que tenen un paper essencial al nivell econòmic en agricultura, en la indústria alimentària i en la indústria farmacèutica i recentment en la indústria dels bio-combustibles.

Aquesta assignatura requereix uns fonaments suficients de bioquímica, biologia cel·lular, genètica molecular i enginyeria genètica entre d'altres.

Objectius acadèmics de l'assignatura

Els objectius principals de l'assignatura són donar a l'estudiant les bases tècniques de la biotecnologia

molecular de plantes i donar-li les bases conceptuals més rellevants. Una part del programa es dedicarà a l'enginyeria genètica de les plantes. Es consideraran tots els aspectes que poden ser de relleu per a una aplicació practica en l'industria farmacèutica i agroalimentaria. Es pretén que un cop cursada l'assignatura, l'estudiant hagi assimilat les bases teòrics i metodològics que el capacitin per si mateix a accedir i comprendre els nous descobriments i avanços que dia a dia es produeixen en aquest camp tant actiu.

Objectius de coneixements

Els objectius particulars que han de ser assolits són tenir coneixements:

- 1- del les característiques moleculars o protocol·làries en biologia molecular mitjançant cèl·lules vegetals
- 2- de les eines moleculars utilitzades en biotecnologia vegetal
- 3- dels diferents sistemes de transformació de plantes
- 4- de les aplicacions biotecnològiques aplicades al món vegetal
- 5- dels mecanismes fonamentals implicats en l'expressió d'un gen a nivell de l'ARN i en els mètodes utilitzats per controlar l'expressió
- 6- en l'ús de les plantes com bio- factories
- 7- de les estratègies desenvolupades per optimitzar la producció de molècules recombinantes en plantes
- 8- en l'ús alternatiu de les plantes mitjançant la modificació de vies metabòliques endògens i/o la introducció de vies metabòliques noves

Objectius de capacitats

Després d'estudiar l'assignatura l'alumne ha de ser capaç de:

- 9- analitzar situacions biotecnològiques concretes
- 10- saber la funció de les tècniques bàsiques d'enginyera molecular
- 11- adaptar els coneixements adquirits a situacions reals
- 12- aplicar les metodologies de les tècniques estudiades
- 13- integrar-se en un equip de recerca
- 14- entendre els articles relacionats amb la biotecnologia vegetal
- 15- utilitzar de forma eficient les diverses fonts d'informació existents

Competències

CG1 Ser capaç de buscar i utilitzar selectivament fonts d'informació necessàries per aconseguir els objectius formatius.

CG3 Treballar en equip, amb una visió multidisciplinària i amb capacitat per fer una distribució racional i eficaç de tasques entre els membres de l'equip.

CG4 Conèixer i utilitzar adequadament el vocabulari científic i tècnic propi dels diferents àmbits de la Biotecnologia.

CG5 Treballar al laboratori aplicant criteris de qualitat i bona pràctica.

CG11 Adquirir criteris d'elecció de les tècniques analítiques més adequades per a cada cas pràctic concret.

CE30 Conèixer els processos tecnològics basats en l'ús d'éssers vius i les estratègies d'optimització d'aquests.

CE32 Conèixer l'ús de cèl·lules animals, vegetals i microbianes en processos biotecnològics.

CE34 Ser capaç de dissenyar el protocol d'un procés biotecnològic específic amb els requisits pràctics necessaris per a dur-lo a terme i els paràmetres d'avaluació d'aquest.

CE35 Conèixer el funcionament i estar capacitat per treballar en un laboratori de biotecnologia.

CE44 Conèixer els principals àmbits d'aplicació de la Biotecnologia i adquirir la capacitat bàsica en alguns d'ells.

Continguts fonamentals de l'assignatura

El programa s'estructura en dues parts. En la primera part, '**Biotecnologia Vegetal Molecular i Mètodes de Transformació Vegetal**', s'expliquen els conceptes, les tècniques i la terminologia del procés que porta a la generació de plantes genèticament enginyades. Aquesta part engloba essencialment els objectius de coneixements 1, 2,3 i 5 proposats en el programa. En la segona part, '**Les Aplicacions Principals de la Biotecnologia Vegetal**', es veu com l'ús de les plantes transgèniques poden tenir un paper important al nivell econòmic en agricultura, en medicina i en la indústria alimentària. Aquesta part respon als objectius de coneixements 4,6,7 i 8 encara que en termes generals també suposa la consecució dels objectius generals 1 i 2.

Capítol I- Biotecnologia Vegetal Molecular i Mètodes de Transformació Vegetal

Tema 1. Introducció

Història breu de la millora genètica. Les eines de la biologia molecular en enginyeria genètica. Les principals aplicacions en biotecnologia vegetal.

Tema 2. Estructura dels gens i característiques de la transcripció dels gens

Estructura gènica. Organització global del genoma de les plantes. Expressed Sequence Tags (ESTs). Els tipus de seqüències homòlegs. Overview of basal transcription. Estructura dels promotors: concepte dels elements *Cis/Trans* ; Core promoter elements. RNA processing. Regulació transcripcional. UTRs.

Tema 3. Les principals eines moleculars en biotecnologia vegetal

Els diferents tipus de promotors utilitzats en biotecnologia vegetal. . El gens de selecció: els gens de resistència a antibiòtics i herbicides. Els gens marcadors.

Tema 4. Transformació de les plantes-1

Generalitats. Protoplast electroporation. Sistema de transformació de plantes mitjançant l'*Agrobacterium tumefaciens*: Característiques d'*Agrobacterium*. Característiques del Ti-plasmid. Procés de transformació. El sistema del vector binari: el plasmid Ti modificat. Integració del T-DNA en el cromosoma de la planta. Selecció dels teixits vegetals per a la infecció. Desdiferenciació de les cèl·lules i dels teixits. Infecció i co-cultiu.

Tema 5. Transformació de les plantes-2

Sistema de transformació de plantes mitjançant la transferència directa de gens: Principi. Principis físics i químics. Instrumentació. Principi biològic del bombardeig de partícules: transformació transitòria i estable. Sistema de vectors. La co-transformació. Elecció del teixit diana. Condicions de cultiu pre/post-bombardeig i selecció dels teixits. Integració de l'ADN exogen. Estructura i organització dels locus transgènics.

Tema 6. Mètodes d'anàlisis de la presència i de la integració del transgen

Purificació de l'ADN genòmic de teixits vegetals. Anàlisis mitjançant el Southern blot: Digestió de l'ADN genòmic- Separació dels fragments digerits- Tècniques d'hibridació d'àcids nucleïcs. Mètode de transferència. Hibridació amb sondes específiques: Sistemes de marcatge. Prehibridació i hibridació. Rentats seqüencials d'astringència variable. Detecció de la sonda.

Tema 7. Targeted genome editing with the CRISPR-Cas technology

CRISPR History and background. CRISPR in the lab-a practical guide: Overview. The principle of CRISPR/Cas9-mediated gene disruption. Knock-out: To disrupt the gene of interest (via Insertions / Deletions). To edit / modify the endogenous genome via Homology Directed Repair. Off-target effects and Cas9 nickase. Expanded uses of the CRISPR system for genome manipulation.

Capítol II- Biotecnologia Vegetal Aplicada: Les aplicacions de la biotecnologia vegetal a la indústria i l'agricultura.

Tema 8. El Molecular Farming

Les plantes com a 'bio-factories'. Avantatges pràctics i econòmics en l'ús de les plantes transgèniques en bio-farming. Les diferents classes de proteïnes terapèutiques i industrials: proteïnes recombinantes com farmacèutics- els anticossos- les subunitats recombinantes per vacunes- altres proteïnes recombinantes d'interès industrial. Les diferents plataformes vegetals: els sistemes nuclear i transplasmic del tabac- els cereals- els llegums- les fruits i verdures. Les estratègies per reduir l'escapament del transgen. L'ús de vacunes ingerides.

Tema 9. Les estratègies en el Molecular Farming

La importància de la direccionalització del producte: introducció de senyals a la construcció. Importància de la pauta de glicosilació de la proteïna. La humanització de les glicoproteïnes. Estratègies en les etapes de purificació.

Tema 10. L'enginyeria de les vies metabòliques en plantes

Mètodes utilitzats per modificar o inserir vies metabòliques dins una planta. Trajectes metabòlics mitjançant l'acció d'ARNs d'interferències. Construccions molecular apropiades a la producció de molècules d'ARN de doble cadena (dsRNA). El cas de la co-suppressió en flors de petúnia. Introducció de rutes metabòliques noves: exemples de cereals, arròs i blat de morro, millorats nutricionalment amb èxit mitjançant l'ús de l'enginyeria de vies metabòliques. El cas de la patata Amflora.

Tema 11- Bt technology

Generalitats del Bt. Mecanisme d'acció (especificitat, insectes dianes). L'ús topical del Bt. El desenvolupament dels conreus Bt transgènics.

Tema 12. Exemples interessants d'usos comercials de la biotecnologia vegetal. Bases de dades d'OMGs. Visió general de la legislació dels OGMs.

Finalment, els coneixements i idees explicats en els temes 2,3,4,5, 6 i els conceptes tractats en el segon capítol es reforçaran amb una sessió de problemes durant les pràctiques de laboratori.

Activitats pràctiques

El programa de les practiques es dedica al procediment de les primeres etapes implicades en el mètode d'anàlisis del Southern Blot (DNA blot analysis). Durant el procés de producció de plantes transgèniques es necessita comprovar, a nivell molecular, quines plantes estan transformades. Un dels mètodes d'anàlisis molecular més precis és el mètode del Southern blot.

Al mateix temps aquesta tècnica forneix informacions en la integració molecular del transgen en el genoma hoste de

la planta. Aquestes informacions són essencials per:

- la selecció de la planta 'parental', la més apropiada per produir la generació següent (presència completa del cDNA, nombre d'insercions baix, segregació nul·la).
- l'estudi de l'estructura i l'organització dels locus transgènics

Els alumnes s'organitzen en sub-grups de dues persones en un grup de 10 individus per la realització de les practiques, que se imparteixen de forma intensiva durant un setmana.

Objectius de les practiques

- Extreure l'ADN dels teixits vegetals
- Saber preparar un gel d'agarosa per un fer una electroforesi
- Utilitzar un enzim de restricció específic per tal de digerir l'ADN aïllat
- Identificar les mostres ben digerides
- Preparar mostres i reactius per fer una PCR
- Anàlisis de casos i problemes: interpretació d'anàlisis obtinguts mitjançant ADN 'blotting': identificació de les plantes transformades, analitzi de la pauta d'integració del transgèn, analitzi de l'expressió gènica.
- Saber manejar seqüències d'ADN des de genebank. Saber analitzar resultats de seqüenciació.

Contingut del programa de pràctiques:

-Dia1-Extracció d'ADN d'arròs

S'utilitza el kit comercial NucleoSpin® Plant II kit (Macherey-Nagel).

-Dia2-Quantificació i digestió de l'ADN genòmic

Quantificació de l'ADN per espectrofotometria (NanoDrop).

Digestió de l'ADN genòmic: procediment en mode de master mix.

-Dia 3. Amplificació del transgèn per PCR

Càlculs de dilucions i preparació del master mix.

Exercicis d'interpretació de diversos exemples d'anàlisi de Southern blot.

-Dia 4. Electroforesi i interpretacions d'anàlisis moleculars

Preparació d'un gel d'agarosa en unitat d'electroforesi. Preparació i càrrega de les mostres (ADNg; productes digerits; productes de PCR).

Interpretació dels resultats obtinguts.

Breu avaluació del cost de les sessions de pràctiques al laboratori

-Dia 5. Anàlisi *in-silico* de seqüències d'ADN

S'analitzen diferents tipus de seqüències d'ADN (resultants de reaccions de seqüenciació / mRNA homòlegs / vector plasmídic) amb diversos programes: Notepad ++; FinchTV; Editor de plasmidi ApE; MegaX.

Informe de pràctiques

Es presentarà un guió que reflecteixi l'activitat de l'alumne al llarg de les pràctiques. L'informe serà organitzat de manera 'diari' descrivint el(s) objectiu(s) del(s) experiment(s), els punts importants i crítics, els detalls dels càlculs i els volums utilitzats, els comentaris del(s) problema(es) aparegut(s) i la interpretació dels resultats.

Eixos metodològics de l'assignatura

Tipus	Descripció resumida de l'activitat	Dedicació
Activitat	(Títol de tema o activitat pràctica)	(hores)
TEO	Tema 1. Introducció	2
TEO	Tema 2. Estructura dels gens i característiques de la transcripció de gens	3
TEO	Tema 3. Les principals eines moleculars en biotecnologia vegetal	3
TEO	Tema 4. Transformació de les plantes-1	3
TEO	Tema 5. Transformació de les plantes-2	4
TEO; PRO	Tema 6. Mètodes d'anàlisi de la presència i de la integració del transgen	4
TEO	Tema 7. Targeted genome editing with the CRISPR-Cas technology	2
TEO	Tema 8. El Molecular Farming	4
TEO	Tema 9. Les estratègies en el Molecular Farming	2
TEO	Tema 10. L'enginyeria de les vies metabòliques en plantes	4
TEO	Tema 11. Bt technology	3
TEO	Tema 12- Exemples interessants d'usos comercials de la biotecnologia vegetal. Bases de dades d'OMGs. Visió general de la legislació dels OGMs.	1
PLB	Extracció d'ADN d'arròs	5

PLB	Continuació de protocol del dia1- Digestió	5
PLB	Dia3- PCR i preparació del gel d'agarosa	5
PLB	Dia4. Electroforesi i interpretació d' anàlisis moleculars	5
PRO	Dia5. Anàlisi <i>In-silico</i> de seqüències (sala d'informatica)	5

TEO: teoria; PRO: problemes; PLB: pràctiques de laboratori

Tipus d'activitat	Descripció	Activitat presencial alumne		Activitat no presencial alumne		Avaluació	Temps total
		Objectius	Hores	Treball alumne	Hores	Hores	Hores
Lliçó magistral	Classe magistral (Aula. Grup gran)	Explicació dels principals conceptes	35	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	65	3.5	105
Problemes i casos	Classe participativa (Aula. Grup gran)	Resolució de problemes i casos	2	Aprendre a resoldre problemes i casos	8	1.5	10
Seminari	Classe participativa (Grup mitjà)	Realització d'activitats de discussió o aplicació		Resoldre problemes. Discutir			
Laboratori	Pràctica de Laboratori (Grup mitjà)	Execució de la pràctica: comprendre fenòmens, mesurar...	25	Estudiar i Realitzar memòria	10	informe	35
Aula d'informàtica	Pràctica d'aula d'informàtica (Grup mitjà)	Execució de la pràctica: comprendre fenòmens, mesurar...		Estudiar i Realitzar memòria			
Pràctiques de camp	Pràctica de camp (Grup mitjà)	Execució de la pràctica: comprendre fenòmens, mesurar...		Estudiar i Realitzar memòria			
Visites	Visita a explotacions o indústries	Realització de la visita		Estudiar i Realitzar memòria			
Activitats dirigides	Treball de l'alumne (individual o grup)	Orientar a l'alumne en el treball (en horari de tutories)	0	Realitzar un treball bibliogràfic, pràctic, etc.	10	informe	10
Altres							
Totals			60				160

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Les classes teòriques es faran com a sessions **presencials**. En cas de confinament aquestes sessions es faran com a **no presencials**.

Les pràctiques al laboratori i a l'aula d'informàtica, en cas de confinament, seran substituïdes per **activitats alternatives**.

Sistema d'avaluació

L'**avaluació continua** de l'assignatura es fa segons la repartició dels blocs següents:

- Bloc 1: Teoria- Biotecnologia Vegetal Molecular i Mètodes de Transformació Vegetal: **28%** (Parcial 1: Tipus test + preguntes curtes)
- Bloc 2: Teoria- Biotecnologia Vegetal Aplicada: **29%** (Parcial 2: Tipus test + preguntes curtes)
- Bloc 3: Exercicis i problemes (parcials 1 i 2): **33%**
- Bloc 4: Informe de practiques de laboratori: **10%**, *Les practiques són activitats obligatòries*

Per aprovar l'assignatura: 5/10; es fa la mitjana de totes les notes.

Avaluació alternativa (per conciliació laboral o familiar):

- Examen únic (90%): sobre tot el contingut (teoria+ exercicis + problemes)
- Informe de practiques de laboratori (**10%**): *Les practiques són activitats obligatòries*

Bibliografia i recursos d'informació

Bibliografia bàsica

- Hanbook of Plant Biotechnology volume1&2. 2004. P. Christou, H. Klee. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester. *Disponible com llibre-e* (www.bib.udl.cat).
- Molecular Plant Biology Volume1, A practical approach. 2002. Philip M. Gilmartin and Chris Bowler. Oxford University Press.
- Principles of Gene manipulation. (sixth edition). 2001. SB. Primrose, RM. Twyman, RW. Old. Blackwell Sciences Ltd. Oxford
- Introduction to plant biotechnology (3rd edition). 2009. H.S. Chawla- Enfield, N.H. : Science Publishers, cop.
- Plant biotechnology and transgenic plants (2002). Kirsi-Marja Oksman-Caldentey, Wolfgang H. Barz. New York : Marcel Dekker, 2002
- International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications: www.isaaa.org

Bibliografia complementària

- Molecular Cloning- A Laboratory Manual. Vol 1,2,3. (Third Edition). 2001. J. Sambrook, DW. Russell. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
- Henry Stewart talks: www.hstalks.com
- National Center for Biotechnology Information: www.ncbi.nlm.nih.gov
- The European GMO reference database: <http://www.euginius.eu/euginius/pages/home.jsf> (2024)
- GM approval database from ISAAA (non-EU database):
<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp> (2024)