

FORMATO INSTITUCIONAL DE CURSOS REGULARES

TITULO DEL CURSO:	BIOTECNOLOGÍA FORESTAL		
PROGRAMA DE POSTGRADO:	CIENCIAS FORESTALES		
CURSO:	REGULAR		
PROFESOR TITULAR:	MARCOS JIMÉNEZ CASAS		
CLAVE DE PROFESOR	X01990		
CORREO ELECTRÓNICO:	marcosjc@colpos.mx		
TELÉFONO:	5510127581	EDIFICIO/PLANTA/NÚMERO	ISEI/BAJA/S/NÚMERO
CLAVE DEL CURSO:	FOR-607	PRE-REQUISITOS:	GENÉTICA GENERAL
TIPO DE CURSO:	PERIODO:		
<input type="checkbox"/> Teórico	<input checked="" type="checkbox"/> Primavera		
<input type="checkbox"/> Práctico	<input type="checkbox"/> Verano		
<input checked="" type="checkbox"/> Teórico-Práctico	<input type="checkbox"/> Otoño		
SE IMPARTE A :	MODALIDAD:		
<input checked="" type="checkbox"/> Maestría en Ciencias	<input checked="" type="checkbox"/> Presencial		
<input checked="" type="checkbox"/> Doctorado en Ciencias	<input type="checkbox"/> No presencial		
<input type="checkbox"/> Maestría Tecnológica	<input type="checkbox"/> Mixto		
CRÉDITOS:	3		
HORAS TEORÍA		HORAS PRÁCTICA	
Presenciales:	48 h	LABORATORIO	30
Extra clase	144 h	CAMPO	20
Total	192 h	INVERNADERO	15

Nota: Un crédito equivale a 64 horas totales (presenciales y extra clases)

Las horas práctica están consideradas en las horas extra clase y se reflejan en el total

OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Analizar los beneficios y riesgos del impacto de la biotecnología en el sector forestal, con sus limitaciones, alcances y retos. Su aplicación en la selección, propagación y conservación de genotipos superiores *in situ* y *ex situ*; para que el estudiante desarrolle estrategias en los sistemas de producción y en programas de mejoramiento genético requeridos en plantaciones comerciales y programas de reforestación.

HORAS ESTIMADAS	TEMAS Y SUBTEMAS	OBJETIVOS DE LOS TEMAS
3	I. La biotecnología en especies forestales maderables 1. Historia y conceptos 2. Aportación de la biotecnología a la demanda de productos forestales 3. Restauración y rehabilitación de sitios forestales contaminados y degradados 4. Biocombustibles y biosíntesis de productos industriales	Analizar la contribución y el potencial de la biotecnología en la actividad forestal.
6	II. Principios moleculares de la herencia – énfasis en especies forestales 1. Historia y Conceptos 2. Organización del genoma 3. Estructura y replicación del ADN 4. Regulación génica	Introducir los conceptos y las bases moleculares de la herencia para entender los procesos de transmisión y control genético durante el ciclo de vida del organismo.
12	III. Genómica forestal 1. Genómica Estructural- Identificación de genes y alelos 2. Genómica Funcional- expresión de genes (crecimiento, desarrollo y respuesta a factores de estrés) 3. Genómica comparativa- Mapeo genético 4. Bioinformática y base de datos	Identificar a la genómica como una de las subdisciplinas de la genética y conocer las sub-áreas de la genómica. Entender la función de los genes como unidad funcional y su interacción entre ellos durante diferentes eventos y circunstancias de la vida del organismo.
3	IV. Marcadores moleculares para selección asistida	Describir la importancia de los marcadores moleculares y las

12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos y definiciones 2. Selección indirecta – QTLs 3. Selección directa - caracteres adaptativos y fenotipos deseables <p>V. Biotecnologías aplicadas al mejoramiento genético</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Caracteres de interés 2. Métodos para transferencia de genes 3. Diseño de vector y marcadores 4. Aplicaciones - Madera: objeto de manipulación biotecnológica 5. Árboles modificados – Amenaza para los bosques - Legislación 	<p>tecnologías genómicas en los programas de mejoramiento de especies forestales.</p> <p>Conocer la aportación, beneficios y potencial de las herramientas biotecnológicas en el ciclo de mejoramiento genético forestal.</p> <p>Discutir el impacto del uso de transgénicos en los ecosistemas forestales y plantaciones forestales (nativas y exóticas).</p>
12	<p>VI. Biotecnologías para la producción y preservación de germoplasma</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Clonación forestal-bases 2. Organogénesis y embriogénesis 3. Semilla artificial 4. Producción de micro y macro esquejes 5. Acodos e injertos 6. Preservación de tejidos – Corto, mediano, y largo plazo (Crio preservación) 7. Manejo y preservación de polen 8. Plantaciones clónales 	<p>Identificar las posibilidades que brinda la biotecnología para analizar y estudiar los procesos fenológicos y ontogénicos de las especies forestales, y las oportunidades para desarrollar estrategias innovadoras de estudio en dichos procesos.</p> <p>Mostrar la aplicación del abanico de técnicas biotecnológicas en la producción, manejo y conservación de germoplasma.</p>

EN CASO DE CURSO TEÓRICO-PRÁCTICO O PRÁCTICO, SE DEBERÁ AGREGAR EL MANUAL DE PRÁCTICAS CORRESPONDIENTE, CUYO FORMATO DE CADA PRÁCTICA, DEBE ESTAR INTEGRADO POR PROTOCOLO,

BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA Y EVALUACIÓN. EL PROTOCOLO DE CADA PRÁCTICA DEBE INCLUIR, INTRODUCCIÓN-REVISIÓN DE LITERATURA, MATERIALES Y MÉTODOS, MÁS INDICACIONES PARA LA PRESENTACIÓN DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

LISTA DE PRÁCTICAS

(TÍTULO, OBJETIVOS PUNTUAL, NUM. DE HORAS)

Práctica 1. Marcadores moleculares

Objetivo: Conocer la diferencia entre los diferentes marcadores moleculares usados en varios propósitos de investigación con especies forestales maderables. 6 h.

Práctica 2. Sistemas micropropagación

Objetivo: Aprender los protocolos usados para el cultivo *in vitro*, desde la preparación de medios de cultivo, hasta la siembra de material vegetal. 6 h.

Práctica 3. Sistemas macropropagación.

Objetivo: Conocer las diferentes técnicas de injertado, acodo aéreo y enraizamiento de estacas y analizar sus ventajas y desventajas en contraste con la micropropagación. 6 h.

Práctica 4. Criopreservación

Objetivo: Conocer los protocolos usados en la conservación a largo plazo, de tejidos procedentes de especies forestales maderables. 6 h.

Práctica 5. Plantación Clonal

Objetivo: Conocer una plantación clonal de una especie forestal maderable 6 h.

RECURSOS DIDÁCTICOS

Salón con espacio de al menos 10 estudiantes
Pizarrón
Proyector

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN

Normas de evaluación

Componente	Porcentaje de la calificación final
Tareas	5
Seminario	10
Exámenes parciales	20
Examen final	20
Participación	25
Prácticas	20

Procedimiento de evaluación

Un total de tres exámenes serán aplicados durante el curso; el primer examen parcial se realizará al término del tercer capítulo, el segundo parcial al concluir el 5 capítulo, y el tercero será el examen final que incluirá los seis capítulos del curso. Durante el curso se pedirán varias tareas y un proyecto de investigación, el cual será entregado al final del cuatrimestre y serán parte de la evaluación del estudiante. En cada unidad se discutirá un artículo, su análisis y discusión será considerada para la evaluación. Antes de finalizar el cuatrimestre, se llevara una sesión de seminarios, donde cada estudiante presentará un artículo y la presentación será evaluada por los mismos estudiantes y el profesor. Las prácticas programadas serán evaluadas con un reporte.

BIBLIOGRAFÍA IMPRESA O ELECTRÓNICA (AUTOR, AÑO, TÍTULO, EDITORIAL, FECHA, EDICIÓN)

White, Timothy L. Adams, W. T. Neale, David B. 2007. Forest Genetics. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, GBR. 702 pp.

<http://site.ebrary.com/lib/colpos/docDetail.action?docID=10178185&ppg=543&p00=tree%20biotechnology>

Wright W. J. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press, Inc. Oval Road, London. 457 pp.

Artola, A. 2009. La semilla artificial y su tecnología. El Cid Editor | apuntes. Argentina. 18 p.
<http://site.ebrary.com/lib/bibliocolpossp/docDetail.action?docID=10312191&p00=clonal+forestry>

Gupta, P.K. 2010. Elements of Biotechnology. Global Media. 489 p.
<http://site.ebrary.com/lib/colpos/docDetail.action?docID=10417277&p00=tree%20biotechnology>

Jain S.M., Pramod P.K. Gupta, and R.J. Newton. 2007. Somatic Embryogenesis in Woody Plants: Volume I, Kluwer Academic

Jain S.M. and H. Häggman 2007. Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits. Springer

Mohan S. J., Pramod K. Gupta, Ronald J. Newton. 1995. Somatic embryogenesis in woody plants, Vol. 4. Springer 560 p.

Dickmann, D. I. Isebrands, J.G. Eckenwalder, James E. 2001. Poplar Culture in North America. NRC Research Press. Ottawa, ON, CAN. 414
P.<http://site.ebrary.com/lib/colpos/docDetail.action?docID=10022636&p00=clonal%20forest>

Manual de Prácticas

Práctica 1. Marcadores moleculares

Objetivo

Que el alumno conozca las técnicas, métodos y equipos usados con marcadores moleculares, que sea capaz de explicar cada una de las etapas de los protocolos en marcadores moleculares, e identifique su aplicación en las Ciencias Forestales.

Introducción

El ADN (ácido desoxirribonucleico), contiene la información genética necesaria para el desarrollo, crecimiento y funcionamiento de los árboles.

Las diferencias en la secuencia de ADN generan la diversidad existente entre individuos y poblaciones. Los genes determinan el fenotipo (carácter). La diversidad o variación y genes de interés se pueden detectar mediante marcadores moleculares con precisión.

Un marcador molecular es una secuencia de ADN que es usado para localizar regiones de interés en el ADN. Con la ayuda de los marcadores se puede seguir alguna característica a través de la descendencia sin que esta se manifieste, siempre y cuando la secuencia de ADN en la que se basa el marcador esté física (y genéticamente) cercana a un gen asociado al carácter en cuestión.

Con los marcadores moleculares se puede realizar selección indirecta en poblaciones segregantes de plantas portadores del carácter de interés. Lo cual acorta los tiempos para generar una línea o genotipo en particular.

Otros usos de los marcadores moleculares en el mejoramiento y conservación es la caracterización e identificación de genotipos con presencia o ausencia de alelos de valor forestal, como en la calidad de madera, resistencia a factores bióticos o abióticos y análisis de la estructura y diversidad genética de las poblaciones.

Existen diferentes tipos de marcadores moleculares por lo que también los métodos y protocolos varían entre marcadores.

Materiales y Métodos

La práctica se realizará en el laboratorio de marcadores moleculares del Centro Nacional de Recursos Genéticos, ubicado en Tepatitlán, Jalisco.

Será totalmente demostrativa con apoyo del personal de investigación del CNRG

Reporte de práctica

Se entregará un reporte de las actividades realizadas y de responderá un cuestionario

Práctica 2. Sistemas micropropagación (in vitro) en especies forestales maderables

Objetivo

Que el alumno conozca el procedimiento general de los sistemas de micropropagación, enfatizando en la técnica de esterilización de materiales y tejidos; en la preparación de los medios de cultivo; y en el establecimiento y multiplicación de genotipos selectos de árboles, por varias rutas (organogénesis y embriogénesis). Destacando el papel de los elementos involucrados en un sistema de cultivo cerrado.

Introducción

Para el establecimiento de inóculos en los sistemas *in vitro* la condición de asepsia, es esencial, tanto en los materiales a usar como en los tejidos vegetales a establecer, para evitar la contaminación; para lo cual es necesario contar con cierto equipo fundamental como el autoclave. Este aparato no solo es importante en la esterilización de los materiales sino también en la preparación de los medios de cultivo, donde su preparación a base de macronutrientes y micronutrientes; así como hierro, vitaminas y fuente de carbono, más los reguladores de crecimiento, debe contemplar su esterilización.

El establecimiento de tejidos *in vitro*, involucra no solo un buen manejo por parte del operador sino también las condiciones del lugar de siembra, o cuarto de siembra, donde el uso de la campana de flujo laminar es importante.

Concluida la fase de establecimiento vía organogénesis o embriogénesis, el siguiente paso es buscar inducir nuevos brotes para seccionarlos y transferirlos a medio fresco y posteriormente enraizar dichos rebrotes para obtener plantas nuevas y repetir el procedimiento para replicar la producción de plantas. Entonces el continuo subcultivo continuará hasta la obtención del número deseado de plantas. La tasa de micropropagación varía según la especie. El sistema *in vitro* permite clonar y propagar masivamente genotipos selectos, aunque la respuesta al enraizamiento en algunas especies resulta muy complicado, por lo que es necesaria realizar mayor investigación para lograrlo.

Finalmente, la fase de aclimatación es el último paso para llevar la planta a condiciones de vivero. Donde la planta debe ser llevada de una condición cerrada a una abierta, el manejo de la humedad ambiental es clave.

Materiales y Métodos

La práctica se realizará en el laboratorio del posgrado en Ciencias Forestales del CP.

Materiales

- Equipo de esterilización
- Medidor de pH
- Reactivos
- Cristalería
- Campana de flujo laminar

- Realizar esterilización de materiales en autoclave, checar funcionamiento y cuidados de este
- Preparación de medio de cultivo hasta su esterilización
- Obtención y esterilización de explantes
- Explicación del manejo de la campana de flujo laminar
- Siembra y establecimiento de explantes en medio de cultivo, usando la campana de flujo laminar, destacando la importancia del uso y cuidados del mechero en la asepsia; así como del manejo del bisturí.
- Traslado a cámara de incubación
- Evaluación diaria de los explantes sembrados

Reporte de práctica

Componentes

- Portada
- Introducción (con objetivos incluidos)
- Materiales y métodos
- Resultados
- Discusión y conclusiones
- Literatura citada

Práctica 2. Sistemas macropropagación en especies forestales maderables

Objetivo

Que el alumno conozca las diferentes opciones que brindan los sistemas de macropropagación y analice sus ventajas y desventajas respecto a los sistemas micro en especies forestales maderables.

Introducción

Muchos programas de mejoramiento genético forestal han incluido en sus esquemas de producción a los sistemas de macropropagación, entre ellos: los acodos aéreos, injertos y el enraizamiento de mini-estacas. Estas técnicas apoyan la propagación masiva de genotipos selectos para el establecimiento de plantaciones comerciales con diferentes objetivos.

Aunque la respuesta de cada especie es muy variable, particularmente al enraizamiento, ha sido posible a través de la investigación lograr establecer protocolos para especies difíciles de propagar vegetativamente a través de cada una de las técnicas señaladas.

La ejecución de estas técnicas no requiere de instalaciones y equipos sofisticados, ni de personal altamente calificado; aunque si con cierto nivel de capacitación y experiencia. Por lo que la macropropagación podría resolver ciertas limitaciones, por falta de recursos, para producir planta requerida en programas de reforestación con diferentes especies forestales maderables.

Materiales y Métodos

La práctica se realizará en el invernadero y vivero del posgrado en Ciencias Forestales del CP.

Materiales

Navajas para injertar y acodar

Alcohol, agua destilada y Radix 10 000

Planta de dos años de alguna especie forestal maderable por definir

Planta convertida, previamente en cetos, de alguna especie forestal maderable.

Sustrato (peat-moss)

Procedimiento

- Demostración del proceso de injertado y acodado considerando los cuidados en el manejo de las navajas. Posteriormente cada estudiante repetirá la técnica en cinco plantas.
- Cosecha de mini-estacas (de cetos ya establecidos) y siembra en cámaras de enraizamiento, previamente preparadas.
- Traslado de acodos e injertos realizados por los estudiante a condiciones de invernadero.
- Evaluación diario de los trabajos establecidos (durante 45 días)

Reporte de práctica

Componentes

- Portada
- Introducción (con objetivos incluidos)

- Materiales y métodos
- Resultados
- Discusión y conclusiones
- Literatura citada

Práctica 4. Criopreservación

Objetivo

Conocer los protocolos usados en la conservación a largo plazo, de tejidos procedentes de especies forestales maderables.

Introducción

La conservación de germoplasma se puede realizar *in situ* o *ex situ*, dependiendo de los objetivos. Para las especies forestales con semilla recalcitrantes es necesario aplicar sistemas de conservación que las mantenga viables por periodos de largo plazo. Por lo que la criopreservación (en nitrógeno líquido, -196°C) es una buena opción.

El proceso de criopreservación involucra varios componentes para evitar dañar al tejido en cuestión con el nitrógeno líquido, que van desde el tipo del tejido a preservar la adición de crioprotectores.

Esta técnica ha ayudado a desarrollar semillas artificiales, importante para las especies forestales tropicales (semillas recalcitrantes). Particularmente cuando se han implementado técnicas de producción de embriones somáticos, donde dichos embriones son manejados para su encapsulamiento y posterior almacenamiento en nitrógeno líquido.

Materiales y Métodos

La práctica se realizará en el laboratorio de marcadores moleculares del Centro Nacional de Recursos Genéticos, ubicado en Tepatlán, Jalisco.

Será totalmente demostrativa con apoyo del personal de investigación del CNRG

Reporte de práctica

Se entregara un reporte de las actividades realizadas y de responderá un cuestionario

Práctica 5. Plantaciones clonales

Objetivo

Conocer una plantación clonal de una especie forestal maderable y contrastar una plantación establecida por injerto y otra por estacas enraizadas.

Introducción

La clonación de especies forestales ha adquirido mucho interés desde que permite reducir tiempos de cosecha de material con alto valor genético. Su aceptación radica en el potencial para desplegar esos genotipos mejorados y en su uso para desarrollar investigación y en lo práctico del manejo operativo de plantaciones.

Aunque se debe señalar que las plantaciones clonales han despertado un gran número de controversias entre el sector forestal; El contraste entre los beneficios de la productividad clonal y los riesgos de la reducción de la base genética son inevitables y muy discutibles. Con muchos que apoyan y otros que no simpatizan con estos proyectos con y sin razones.

Aspectos que han sido difíciles de acordar, por lo que merecen un análisis profundo del beneficio-riesgo, que involucre a todos los actores relacionados en el tema para llevar a conclusiones que definan el rumbo de las plantaciones forestales clonales y de sus objetivos.

Materiales y Métodos

La práctica se realizará en la plantación clonal de *Pinus patula*, y el de *Pinus leiophylla*, localizadas en Chignahuapan, Puebla; y en Tequesquinahuac, Edo. de México

Será totalmente demostrativa

Reporte de práctica

Se entregara un reporte de las actividades realizadas y de responderá un cuestionario