

*PROGRAMA DEL CURSO OPTATIVO
DE
BIOTECNOLOGIA APLICADA A LA
PRODUCCION VEGETAL*

PLAN 1999 (7)

BIOTECNOLOGIA APLICADA A LA PRODUCCIÓN VEGETAL

1. FUNDAMENTACION

1.1. Importancia del curso en la formación académica de Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Forestales.

El crecimiento de la población mundial implica una creciente demanda de alimentos. Estos dos factores se potencian mutuamente, conduciendo a generar una fuerte presión sobre los sistemas productivos, en el sentido de la mejora de los indicadores de eficiencia. El desarrollo de la genética tradicional está alcanzando un aparente "techo", por la dificultad de encontrar e introducir caracteres genéticos de valor comercial en los principales cultivos con la velocidad necesaria para generar incrementos en la producción. En consecuencia, la estrategia vigente consiste en la intensificación de las funciones de producción y la incorporación de nuevas áreas cultivables, lo que está contribuyendo al agravamiento de la vulnerabilidad de los recursos naturales, con serias implicancias en la sustentabilidad de la producción.

Los enormes avances logrados en la investigación biológica durante las últimas décadas han posibilitado progresos transcendentales en el área productiva. Las aplicaciones de la Biotecnología producen cambios en la utilización de recursos, generando de esta manera innovaciones en las estructuras económicas y sociales, modificando así, los métodos para obtener productos y su comercialización. En este marco, la Biotecnología vegetal ofrece diferentes alternativas de gran potencial económico al aumentar la producción de las cosechas, disminuir los costos de cultivo, mejorar la calidad alimenticia, la seguridad de los productos y la calidad ambiental, entre otras.

La Biotecnología ofrece además, innumerables oportunidades para diversificar y valorizar el uso de los recursos naturales y aumentar el control y eficiencia de los procesos productivos de base biológica. Los bienes y servicios de origen biotecnológico incorporan nuevos valores en los "comodities" tradicionales, permitiendo aumentar el control y facilitando la homogeneización de los productos, aspecto clave para lograr una creciente competitividad en los mercados, por la calidad y confiabilidad de los mismos.

En sentido amplio, biotecnología es un término que se aplica a varias técnicas destinadas a utilizar la capacidad de los seres vivos para proporcionar productos y servicios. En sentido particular, la Biotecnología Vegetal se define como la aplicación de herramientas modernas para el mejoramiento de plantas o para producir nuevos productos. Es una de las áreas más novedosas y con mayor potencial en el desarrollo productivo, en especial en la búsqueda de optimizar los rendimientos a partir de las denominadas "producciones sustentables", minimizando la degradación del ambiente y protegiendo los recursos naturales. El impacto que tiene esta área del conocimiento en la actividad agropecuaria y forestal, demuestra la importancia de la Biotecnología Vegetal en la formación de los Ingenieros Agrónomos y Forestales.

El Plan de Estudios de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales está orientado hacia la formación de profesionales que puedan básicamente atender y resolver las demandas del sector agropecuario y forestal. Los Ingenieros que de ella egresen, deben conocer profundamente las problemáticas que deben enfrentar y consecuentemente, estar preparados para contribuir a la solución de las mismas. Los alumnos de las carreras de

Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal deben adquirir herramientas que les permitan profundizar, complementar y actualizar conocimientos y habilidades que completen su formación profesional.

Preparar a la sociedad y especialmente a uno de sus estamentos más cualificados como es el universitario, para conocer y conducir el desarrollo de esta tecnología es objetivo prioritario del curso propuesto. Para atender adecuadamente estas necesidades en el Plan de Estudios se establece la generación de actividades optativas y, en este marco, se propone considerar como materia optativa el curso de "Biotecnología aplicada a la producción vegetal".

Actualmente, los alumnos de estas carreras reciben solamente información básica sobre algunos aspectos del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales en el curso de Fisiología Vegetal y de tecnología del ADN recombinante y marcadores moleculares en el curso de Genética.

Lo anteriormente expuesto justifica la inclusión de un curso de Biotecnología Vegetal en la formación de Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Forestales.

1.2. Ubicación en el Plan de Estudios

Materia Optativa correspondiente a las Carreras de Ingeniería Agronómica e Ing. Forestal, ubicándose en el Plan de Estudios, a partir de 4^{to} año, segundo cuatrimestre.

Los alumnos deben poseer saberes previos en los cursos de Fisiología Vegetal y Genética, con sus correspondientes correlativas.

Los contenidos del curso se integran con los contenidos mínimos de las asignaturas que se encuentran a partir de 4^{to} año de ambas carreras, relacionadas con la producción vegetal.

Se considera pertinente que el curso se brinde a alumnos que hayan aprobado las siguientes asignaturas:

- Fisiología Vegetal
- Genética

1.3. Breve explicación de las características de la materia y enfoques asumidos.

Alcances

La gran diversidad que presenta la Biotecnología, así como la amplitud de conocimientos y el rigor exigido a los mismos, obligan a concentrar los objetivos del Programa Docente. Dada la relevancia que esta tecnología está tomando en las áreas de la producción agrícola, forestal y la conservación del medio ambiente, el programa se circunscribe a la Biotecnología de las plantas superiores. Este es el límite marcado por el alcance de los títulos que otorga nuestra Facultad. El curso propuesto tiene un enfoque global de los alcances de la Biotecnología, con especial énfasis en la producción vegetal.

Los siguientes aspectos de la Biotecnología aplicada a la producción vegetal se encuadran dentro del perfil profesional establecido para los Ingenieros Agrónomos e Ingenieros Forestales:

- Producción de plantas mejoradas.
- Prevención y control de factores bióticos y abióticos que afectan la producción agrícola y forestal.
- Conservación de germoplasma vegetal
- Plantas como fábricas para la producción de fármacos, químicos, nutricionales y energía

- 21
- Transformación de materias primas en productos útiles
 - Aprovechamiento y mantenimiento de la biodiversidad
 - Clonación de plantas
 - Incremento de la variabilidad genética
 - Incremento de la productividad vegetal

1.4. Explicitación de los ejes centrales

1. Biotecnología vegetal. Generalidades. Alcances. Perspectivas
2. Aplicaciones del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales.
3. Propagación vegetal: micropropagación.
4. Incremento de la variabilidad genética mediante la aplicación de biotécnicas.
5. Aspectos generales de la transformación genética de plantas superiores.
6. Bioética. Bioseguridad. Implicancias legales de la Biotecnología.

2. OBJETIVOS, EXPECTATIVAS DE LOGROS.

A través de los conocimientos y destrezas impartidas en el curso, se espera que el alumno logre:

- Conocer los alcances de la Biotecnología vegetal.
- Aprender los aspectos del proceso de producción vegetal mediante la aplicación de biotécnicas.
- Adquirir habilidades y destrezas que le permitan aplicar las técnicas del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales
- Analizar los procesos básicos de la utilización de biotécnicas para el incremento de la variabilidad genética
- Identificar y caracterizar las metodologías de obtención de plantas transgénicas.
- Promover procesos analíticos y críticos sobre aspectos de bioética, bioseguridad e impacto ambiental de los productos biotecnológicos.

3. DESARROLLO PROGRAMATICO

3.1. Contenidos mínimos

Unidad temática 1: Biotecnología vegetal.

Alcances: Analizar algunos aspectos de la Biotecnología, con especial énfasis en biotecnología vegetal.

Biotecnología: definición. Biotecnología vegetal. Historia. Hitos. Revolución verde y biorevolución. Alcances y perspectivas. Campos de aplicación. La biotecnología vegetal en Argentina. Marco Institucional. La empresa biotecnológica. Revolución biotecnológica. Impacto socio-económico. Oportunidades de innovación tecnológica. La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial. Bioética. Percepción pública de la biotecnología agrícola y forestal. Política y legislación sobre bioseguridad. Biotecnología y biodiversidad.

Unidad temática 2: Aspectos generales del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales.

Alcances: conocer las bases de la técnica del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales

Aspectos básicos de la diferenciación y la regeneración de plantas a partir de cultivo de células y tejido: morfogénesis. Cultivo de tejidos vegetales: fases, materiales y métodos.

Explantos: fuente donante, tipos, elección, acondicionamiento y desinfección.

Medios de cultivo: composición, medios basales, tipos y preparación. Requerimientos nutricionales de los cultivos *in vitro*. Preparación y composición de los medios nutritivos.

Elección de los medios de cultivo en las diferentes fases del proceso: aislamiento, inducción de brotes, proliferación, mantenimiento y rizogénesis.

Cultivo de los explantos: asepsia, contenedores, posición, tamaño y manipulación.

Condiciones ambientales del cultivo: luz, temperatura, fase gaseosa y humedad.

Subcultivos. Estacionalidad.

Laboratorio de cultivo de tejidos vegetales: organización, infraestructura, equipamiento e instrumental.

Unidad temática 3: Propagación vegetal mediante cultivo *in vitro* de tejidos.

Alcances: conocer las diferentes alternativas de regeneración de plantas *in vitro* y los distintos métodos de cultivo de tejidos.

Alternativas de regeneración *in vitro*. Morfogénesis: organogénesis adventicia y embriogénesis somática. Técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales: cultivo de callos, cultivo de células en suspensión, cultivo de polen, ovarios, cultivo de órganos vegetativos, cultivo de protoplastos y microinjertos. Micropropagación. Fases del proceso. Cultivo de segmentos nodales e internodales y yemas axilares. Ventajas y desventajas de la micropropagación. Transplante a condiciones *ex vitro*: aclimatización, rusticación, infraestructura, contenedores, sustratos, condiciones ambientales y sanidad.

Diseño y análisis estadístico de los experimentos. Evaluación de resultados: seguimiento, observaciones y cuantificación.

Propagación *in vitro* de plantas a escala comercial: costos e infraestructura. Organización de la producción.

Unidad temática 4: Aplicaciones del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales.

Alcances: conocer las diferentes aplicaciones del cultivo *in vitro* de tejidos vegetales

Obtención de plantas de sanidad controlada: cultivo de meristemos. Obtención de metabolitos secundarios: cultivo de callos y células en suspensión. Conservación de germoplasma: crioconservación. Propagación clonal: micropropagación comercial. Semillas sintéticas Rescate de embriones.

Incremento de la variabilidad genética: variación somaclonal, selección *in vitro* a estrés abiótico y biótico, mutagénesis inducida, cultivo de haploides y fusión de protoplastos.

Aplicación de marcadores moleculares en la conservación, caracterización y evaluación de

la diversidad genética. Posibilidades de aplicación en plantas medicinales, ornamentales, forestales, frutales y cultivos agrícolas.

Unidad temática 5: *Aspectos generales de la transformación genética de plantas superiores.*

Alcances: conocer los procesos de producción de plantas transgénicas, analizando los aspectos legales, éticos y biológicos de las mismas

Plantas transgénicas: concepto, aporte de las mismas al mejoramiento vegetal. Requerimientos para la obtención de plantas transgénicas. Transferencia de genes a plantas: vectores. Métodos de transformación genética directa e indirecta. Eficiencia de los métodos de transformación. Aplicaciones de la ingeniería genética vegetal: plantas resistentes a factores bióticos y abióticos, mejora de la calidad nutricional y biofábricas. Producción y comercialización de plantas transgénicas. Bioseguridad: evaluación, manejo de riesgo, liberación y efectos sobre el ambiente de las plantas transgénicas. Alimentos derivados de organismos genéticamente modificados: descripción general y percepción pública. Ventajas y desventajas del uso de los productos biotecnológicos en la alimentación humana y animal. Detección de OGMs. Patentamiento y etiquetado de productos transgénicos.

3.2. Estrategias metodológicas

Las clases tendrán una modalidad **teórico-práctica**. Cada unidad temática será desarrollada considerando dos momentos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un *momento de asimilación* de la información, en los que los estudiantes se enfrentan a nuevos conceptos, nociones, etc., y un *momento de acomodación* de esta información, para hacer posible el análisis, la organización y la reorganización de los esquemas referenciales para la construcción de nuevas síntesis. Durante el *momento de asimilación* se utilizarán las técnicas de exposición del docente, exposición de los alumnos, análisis de textos, material audiovisual y conferencias. Durante el *momento de acomodación* se utilizarán prácticas educativas que fomenten la discusión de un contenido en relación con otros temas o en relación con ciertos problemas. La discusión puede hacerse en pequeños grupos o con todo el grupo, y permite en última etapa, el planteamiento de nuevas preguntas, el señalamiento de lagunas, contradicciones en el contenido, la precisión sobre los alcances y limitaciones del tema estudiado, como la formulación de otras hipótesis sobre el objeto de estudio.

Se tendrá en cuenta una estructura general de aprendizaje que permita concebir la integración general de contenidos por parte de los estudiantes al finalizar el curso.

Esta metodología se relaciona y concuerda con la organización de los contenidos en unidades o bloques de información que tienen una secuencia lineal, con aumento de la complejidad en el tiempo, y con la estrategia de acreditación establecida para el curso.

Para la parte práctica se utilizarán diferentes técnicas de enseñanza, dependiendo de los contenidos a transmitir y los objetivos planteados. Se proponen algunas como:

- * Método de casos: con el objeto de acercar al alumno con una situación cercana a la práctica real.
- * Actividad grupal: las instancias de actividad grupal serán actividades de discusión, lectura, intercambio de opiniones, etc.

* Exposición: como estrategia de enseñanza directa para fundamentar, definir, analizar, relacionar, concluir o sintetizar un tema o problema.

* Técnicas de evaluación integrada al proceso de enseñanza y aprendizaje:

Interrogatorios (escrito y oral): se realizarán interrogatorios en distintas instancias:

- preliminares o de fundamentación, para recordar conocimientos previos necesarios para la comprensión del tema a explicar.
- Interrogatorio motivador: para inducir la motivación inicial.
- Interrogatorio reflexivo: para estimular la reflexión y la reformulación de un contenido por parte del alumno.
- Interrogatorio de diagnóstico: para identificar deficiencias o carencias.

* Laboratorio: con el propósito de desarrollar habilidades y destrezas para operar con instrumental específico, para adquirir nociones de bioseguridad y para aprender determinadas técnicas.

* Experiencias de práctica profesional: que permitan tomar contacto directo con situaciones propias del ejercicio profesional en los contextos reales de actuación (Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV)). Esto supone posibilidades formativas que van más allá del mero entrenamiento técnico instrumental. Permiten el desarrollo de procesos formativos complejos que operarían como antesala de los procesos adaptativos que requiere la futura inserción laboral (práctica asistida), desarrollando protocolos de CTV considerando la presencia de un supervisor o ayudante con funciones de apoyo y asesoramiento al estudiante, y en algunos casos, recurrir a las pasantías optativas.

* Elaboración de un plan de trabajo: acción propia del ejercicio profesional. Qué, además, se pueda avanzar en la implementación de acciones concretas en el marco de este proyecto que puede o no ser elaborado por el estudiante

* Puesta en marcha, evaluación, sistematización y elaboración de un informe final.

Se realizarán varias prácticas de laboratorio y de campo pues constituyen en sí mismas una situación de crecimiento y ajuste vocacional, representando el inicio de un proceso de integración profesional, configurando una etapa de transición que deja al descubierto condiciones personales y sociales previas, y que ejerce influencia en la trayectoria ocupacional del estudiante.

Se propone también, el contacto continuo de los estudiantes con los docentes del curso, mediante el uso del correo electrónico, para consultas y asesoramiento, incorporando así, otro ámbito de enseñanza diferente al aula o al laboratorio.

3.3 Actividades

Las actividades serán grupales e individuales y consisten en lectura, grupos de discusión, informes, prácticas de laboratorio, exposiciones y utilización de medios tecnológicos.

Las mismas contemplan:

1. Búsqueda de información (bibliografía, páginas web, artículos científicos y técnicos).
Confección de fichas.
2. Lectura y análisis de trabajos científicos y técnicos.
3. Prácticas de laboratorio:
 - 3.1. Elección de la plantas madre (salida al campo).
 - 3.2. Preparación de soluciones stock de medios de cultivo.

- 25
- 3.3. Preparación y esterilización de medios de cultivo.
 - 3.4. Técnicas de trabajo bajo condiciones de asepsia.
 - 3.5. Elección, recolección, aislamiento y acondicionamiento de los explantos.
 4. Establecimiento de cultivo *in vitro* de tejidos vegetales.
 - 4.1. Cultivo de callos.
 - 4.2. Suspensiones celulares.
 - 4.3. Cultivo de órganos: meristemas, raíces, hojas, tallos, etc..
 - 4.4. Rescate de embriones, cultivo de anteras y polen.
 - 4.5. Inducción de embriogénesis somática .
 - 4.6. Inducción de organogénesis adventicia.
 5. Observaciones macro y microscópicas. Técnicas histológicas.
 6. Cuantificación. Análisis de datos en CTV
 7. Transferencia de plantas regeneradas *in vitro* a condiciones de invernadero y de campo.
 8. Transformación genética de plantas.
 9. Visitas didácticas a laboratorios de Biotecnología
 10. Panel con especialistas en algunos temas específicos.

4. EVALUACION Y PROMOCION

4.1 EVALUACION DE LOS ALUMNOS

Se aplicará el concepto de *evaluación integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje*, planteada de manera interactiva, como un proceso natural de información sobre lo que ocurre, utilizando múltiples recursos, con características holísticas o globalizadoras. En general, se utilizarán las siguientes **estrategias de evaluación**:

- Incorporación de preguntas clave en el estudio de textos o artículos.
- Programación de tareas concretas mediante un plan de trabajo fijado en agenda, evaluando el cumplimiento del trabajo asignado.
- Seguimiento de tareas académicas, evaluando productos observables de esas tareas (producción de informes, síntesis, cuestionarios, cumplimiento de actividades, participación, etc.)
- Elaboración de Proyectos,
- Adquisición de habilidades básicas.
- Interrogatorios.
- Exposición.
- Trabajo autónomo (trabajo independiente, con tutoría de los docentes vía electrónica, fuera del horario de clase)
- Coloquio final.

La *acreditación* se realizará mediante la verificación de ciertos resultados del aprendizaje previstos programáticamente atendiendo a un mínimo manejo de cierta información por parte del estudiante. La acreditación no se realizará en un sólo momento sino que será considerada como la reunión de un conjunto de indicadores que permitan interpretar ciertos elementos del proceso de aprendizaje del estudiante, la manera como integra la información y la construcción particular que hace del contenido del curso. Se considerarán los productos de aprendizaje que puedan expresar la mayor integración de contenidos posible; asimismo, estos productos serán el medio en el cual los estudiantes

26

recuperen información fundamental de un tema o unidad. Por ello la propuesta contempla la instrumentación de un **coloquio final integrador**, que permita al alumno la integración general de los contenidos y técnicas aplicadas en la producción vegetal mediante Biotecnología. Se evaluará además, la capacidad para establecer relaciones, de hacer síntesis y de realizar juicios críticos que permitan el desarrollo de los procesos del pensamiento. En este sentido los alumnos cumplirán una instancia de lectura, análisis y exposición de artículos científicos. Se le dará importancia también al manejo de fuentes de información (biblioteca, internet).

Para aprobar las prácticas se solicitará la entrega de un informe de las mismas. Este debe ser elaborado durante la realización de cada práctica y de observaciones periódicas del material (tanto del propio, como del resto de los alumnos). De esta forma se puede realizar el seguimiento de los procesos iniciados en cada sesión práctica.

Los alumnos serán informados del plan de acreditación y evaluación desde el inicio del curso, como elemento que favorezca la motivación y el compromiso para su desarrollo, ya que permite formarse una idea de una primera estructura general del curso y participar en la organización del mismo.

El plan de acreditación y la propuesta pedagógica del curso será objeto de experimentación, adecuándose a cada grupo de alumnos.

4. 2. SISTEMA DE PROMOCION

Se propone el régimen de

a) **Promoción como alumno regular sin examen final**

Este régimen requiere:

- Asistencia al 85% de las clases teórico-prácticas
- Aprobación con 7 puntos del 100% de los contenidos desarrollados en el Curso. El alumno podrá recuperar hasta dos de las Unidades o Módulos temáticos, cuando el puntaje sea superior a 4 e inferior a 7 puntos.
- El número de evaluaciones integradoras variará entre 2 y 4.

Aquellos estudiantes que no alcancen el 85% de asistencia pero que lleguen al 70%, dispondrán de dos semanas para recuperar ausencias, actividades y evaluaciones, tendiendo a su promoción. Si en este período no alcanza a promocionar, pasará a las instancias de evaluación final integral de la totalidad del curso. La asistencia a las clases teórico-prácticas es obligatoria.

Recuperatorio flotante: cuando el número de parciales o evaluaciones integradoras del curso sea de hasta 3, el alumno tendrá derecho a recuperar una vez cada una de ellos y contar además con un recuperatorio flotante para utilizar en alguno de los recuperatorios que no alcance una calificación igual o superior a 4/10

b) **Promoción como alumno regular con examen final**

El alumno que promoció el curso bajo este régimen, deberá cumplir con los mismos requisitos de los procesos de enseñanza y aprendizaje que el alumno que curse por el régimen de promoción sin examen final. Deberá tener una asistencia del 85%, y obtener una calificación igual o superior a 4 puntos.

Si la asistencia del alumno no alcanza al 70% ó su rendimiento no supera los 4 puntos, perderá la regularidad del Curso y deberá volver a cursar.

4.3. EVALUACION DEL CURSO

El curso se evalúa al finalizar el dictado del mismo mediante una encuesta a los alumnos, donde se analizan varios aspectos de la asignatura, del alumno y de los docentes.

En la misma se analizará:

- Alcance de metas u objetivos planteados.
- Evaluación de los docentes en diferentes aspectos (accesibilidad, claridad, preparación y utilización de recursos)
- Auto-evaluación del alumno
- Adecuación de contenidos y prácticas
- Sistema de evaluación
- Sugerencias

5. RECURSOS

1. Aulas
2. Laboratorio de cultivo de tejidos vegetales (C.E.Pro.Ve.).
3. Material didáctico: Guía de contenidos mínimos. Guías de trabajos prácticos, de estudio y de análisis de trabajos científicos y técnicos. Cuestionarios. Glosarios.
4. Material de lectura: bibliografía actualizada, trabajos científicos y artículos de divulgación.
5. Medios audiovisuales: pantallas, CDs.
6. Recursos tecnológicos (ordenadores, internet, e-mail)

6. CRONOGRAMA TENTATIVO DE TRABAJO. CREDITOS (Carga horaria)

Materia bimestral, correspondiente al segundo cuatrimestre.

Carga horaria: 8 semanas, 6 horas semanales más salidas y visitas: total 50 hs.

1 crédito = 10 hs. de actividad optativa

Total de créditos que otorga el curso: 5 créditos

7. LUGAR DE TRABAJO

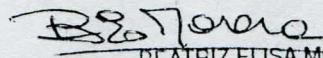
Laboratorio: Centro Experimental de Propagación Vegetativa (C.E.Pro.Ve.), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Aulas de la ex ESB.

10. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

1. BEVAN, M.W. HARRISON, B.D., LEAVER, C.I. 1994. The Production and Uses of Genetically Transformed Plants. Chapman & Hall. London.
2. BHOJWANI, S.S. 1990. Plant Tissue Culture : Applications and Limitations. Elsevier, Amsterdam.
3. BHOJWANI, S.S., RAZDAN, M.K. 1996. Plant Tissue Culture. Theory and Practice. Elsevier, Amsterdam.
4. DEBERGH P. AND ZIMMERMAN R. 1991. Micropropagation-Technology and Application. Kluwer Acad. Press. The Netherlands. 4484 pags.
5. DEBERGH, P., ZIMMERMAN, R.H. 1990. Micropropagation : Technology and Application. Kluwer Academic, London.
6. GALUN, E., BREIMAN, A. 1997. Transgenic Plants. Imperial College Press, London.
7. GAMBORG O AND PHILLIPS G. 1995. Plant cell tissue and organ culture: fundamental methods. Springer-Verlag. Germany. 358 pags.
8. GEORGE, E.F., 1993. Plant Propagation by Tissue Culture. Exegetics, Edington.
9. GEORGE, E.F. 1996. Plant Propagation by Tissue Culture. Part 2. In practice. Exegetics, Everley.
10. GRACE E. 1998. La biotecnología al desnudo. Promesas y realidades. Ed. Anagrama, Barcelona. España. 300 pags.
11. GUPTA. P.K. 1999. Elements of biotechnology. Rastogi Publ., India. 602 pags.
12. HARTMANN H. Y KESTER D. 1998. Propagación de plantas: principios y prácticas. CECSA. Prentis S. 1993. Biotecnología: una nueva revolución industrial. Biblioteca Científica Salvat. 280 pp.
13. INGRAM, D.J. HELGESON, J.P. 1983. Tissue Culture Methods for Plant Pathologists. Blackwell, London.
14. MARGARA, J. 1988. Bases de la Multiplicación Vegetativa. Mundi-Prensa, Madrid
15. PEREZ MOLPHE, E., RAMÍREZ M. R, GORDON N.H Y OCHOA A.N. 1999. Introducción al cultivo de tejidos vegetales. Univ. Autónoma de Aguascalientes. México. 180 pags.
16. PEREZ PONCE J. 1998. Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. IBP. Cuba. 370 pags.
17. PIERIK R. 1990. Cultivo *in vitro* de plantas superiores.
18. REDENBAUGH, K. 1993. Synseeds. Applications of Synthetic Seeds to Crop Improvement. CRC Press. Boca Raton, Florida.
19. ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K.A., TRAN THANH VAN, K. 1993. Morphogenesis in Plants. Molecular Approaches. Plenum Press, London.
20. THORPE, T.A. 1995. In Vitro Embryogenesis in Plants. Kluwer Academic, London.
21. TORRES A., CALDAS Y BUSO J. 1998. Cultivo de tejidos y transformación genética de plantas. Vol. I y II. EMBRAPA. SPI. Brasilia, Brasil.
22. TRIGIANO R AND GRAY D. 1996. Plant tissue culture concepts and laboratory exercises. CRC Press. USA. 373 pags
23. UNESCO/BAC BETCEN. 1997. Advanced Tissue Culture Course. Biotechnology Division. ARC-Roodeplaat. Vegetable and Ornamental Plant Insitute. Pretoria, Africa.

Exp: 200-4978-02

Aprobado por el H.C.A en la Reunión No 250
de fecha 17-07-2002


BEATRIZ ELISA MOREIRA
Directora de Enseñanza