**UNIVIERSIDAD NACIONAL**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR**

**ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**INGENIERÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

**CURSO: SEMILLAS Y VIVEROS FORESTALES**

##### Código: AMD 414

Carrera: Bachillerato en Ingeniería en Ciencias Forestales

Nivel: III

Ciclo: I - 2019

Número de Créditos: 3

Naturaleza del curso: Teórico-práctico

Tipo de curso: Regular

Horas totales: 8

Teoría: 2 Lunes 8:00 – 10:00

Práctica 1 Lunes 10:00 – 11:00

Giras: 2 Lunes 11:00 – 13:00 (Horas acumulativas para giras)

Estudio individual: 3

Requisitos: Ecología Forestal, Fisiología Vegetal

Profesor: M.Sc. Albert Morera Beita

Sitio web: www.ambientales.una.ac.cr

Horario de atención: Lunes de las 10:00 a 12.00,

Lugar de Atención: Laboratorio de Ecología Tropical Aplicada, II Piso, EDECA

Eje temático: El Recurso Forestal

Ejes Curriculares: Biodiversidad y Servicios Ambientales

Dirección de la página web de la EDECA: [www.edeca.una.ac.cr](http://www.edeca.una.ac.cr)

# Correo electrónico: Semillas.viveros.una@gmail.com

1. **INTRODUCCION**

Los viveros forestales constituyen la primera etapa de la cadena del proceso de producción forestal con miras a la obtención de productos no solo maderables, sino también fibras para papel, material para la restauración de espacios degradados, provisión de frutos para fauna y plantas para la arborización de espacios urbanos.

El cumplimiento de las diferentes etapas en el proceso de producción forestal conlleva a la implementación de una serie de criterios que conjugan varias disciplinas. Una de las principales etapas es la obtención y preparación del material a plantar. En Costa Rica es posible la obtención de semillas forestales de alta calidad genética para establecer plantaciones forestales para un número limitado de especies, por lo que frecuentemente el profesional forestal debe preocuparse por la recolección, preparación, almacenamiento y reproducción del material que se requiere según el objetivo planteado.

La toma de decisiones para la selección de la calidad genética y la opción de producción a nivel de vivero, son decisiones muy importantes dentro del proceso productivo. De estas decisiones dependerá el éxito en un proyecto de reforestación, restauración u arborización urbana. La calidad genética tiene una influencia elevada sobre la tasa de crecimiento de las especies, la calidad en la madera, la producción de flores y frutos y la resistencia a plagas y enfermedades; el sistema productivo a nivel de vivero tiene influencia sobre los costos y el tiempo para tener disponible el material en el mercado.

En este curso se estudiarán aspectos propios de la biología de reproducción de especies forestales, la cosecha, preparación y almacenamiento de las semillas forestales, así como la selección del sitio y el establecimiento de los viveros forestales. Los estudiantes conocerán y aplicarán los procesos fundamentales de la producción de árboles en viveros involucrando criterios de diseño, planificación, manejo y administración de viveros forestales, de manera que cada estudiante contará al finalizar el curso con una serie de herramientas para la buena toma de decisiones en la viverización de especies, la planificación de proyectos de forestación, restauración de espacios degradados y arborización urbana.

1. **OBJETIVOS**

**3.1. Objetivo General.**

Proporcionar al estudiante las bases necesarias para la selección y conservación de fuentes semilleras, así como la planificación, ejecución, producción y manejo de viveros forestales.

**3.2. Objetivos Específicos.**

* 1. Conocer la biología reproductiva e importancia de la base genética de las especies forestales.
  2. Preparar al estudiante para la buena selección, cosecha, preparación y almacenamiento de las semillas forestales.
  3. Proporcionar al estudiante los conocimientos y destrezas para planificar, diseñar y establecer un vivero forestal que se ajuste a los requerimientos técnicos y presupuesto de un proyecto.
  4. Conocer los métodos para la propagación vegetativa de los árboles forestales.

1. **CONTENIDOS**

**CAPÍTULO 1. BIOLOGÍA DEL FRUTO Y SEMILLAS FORESTALES**

1.1. Frutos forestales

1.1.1. Desarrollo de frutos

1.1.2. Frutos de las angiospermas y su clasificación

1.1.3. Frutos de las gimnospermas

1.2. Semillas forestales

1.2.1. Definición y clasificación

1.2.2. Estructura morfológica de la semilla

1.3. Mecanismos de dispersión de frutos y semillas

**CAPÍTULO 2. RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS FORESTALES**

2.1. Selección de árboles semilleros

2.2. Huertos y rodales semilleros

2.3. Recolección de frutos y semillas forestales

2.4. Manejo de frutos y semillas forestales

2.5. Procesamiento de frutos y semillas forestales

2.6. Análisis de semillas forestales

2.7. Almacenamiento de semillas forestales

2.8. Fuentes de abastecimiento de semillas forestales

**CAPÍTULO 3. INTRODUCCIÓN A LOS VIVEROS FORESTALES**

3.1. Definición de viveros

3.2. Clasificación de viveros

3.3. Importancia de los viveros forestales

**CAPÍTULO 4. ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS FORESTALES**

4.1. La selección del sitio para el establecimiento del vivero

4.2. Preparación del sitio y actividades de mantenimiento

4.3. Diseño y disposición de las áreas del vivero

**CAPÍTULO 5. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLANTAS Y SUSTRATOS**

5.1. Definición e importancia

5.2. Sistemas producción de plantas

5.3. Elección del sistema de producción

5.4. Tipos de sustratos

**CAPÍTULO 6. PRODUCCIÓN Y MANEJO DE PLÁNTULAS**

6.1. Fisiología de la germinación

6.2. Latencia de las semillas forestales y tratamientos pre-germinativos

6.3. Camas de germinación y bancales

6.4. Siembra directa de semillas

6.5. Micorrización

6.6. Repique y endurecimiento

6.7. Riego y nutrición

6.8. Evaluación de la calidad de las plántulas

6.9. Control de plagas y enfermedades

6.10. Cosecha, embalaje y transporte

**CAPÍTULO 7. PROPAGACIÓN VEGETATIVA**

7.1. Importancia de la propagación vegetativa

7.2. Uso de clones en reforestación

7.3. Propagación por medio de acodos

7.4. Propagación por medio de injertos

7.5. Propagación por medio de estacas

7.6. Micropropagación

**CAPÍTULO 8. COSTOS Y CALENDARIOS DE PRODUCCIÓN EN VIVEROS FORESTALES**

8.1. La determinación de costos y rendimientos.

8.2. La planificación y programación de actividades.

# CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| **SEMANA** | **FECHAS** | **TEMA** | **CONTENIDOS** | **MATERIAL DE APOYO** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | 13 febrero | Capítulo 1 | Entrega y discusión del programa del curso  Frutos forestales  Semillas forestales  **Entrega criterios y rúbrica para el trabajo final investigación** | * La planta: estructura y función * Semillas de plantas leñosas: Morfología comparada * Anatomía y morfología de antófitos: principios y prácticas * ISTA tropical and subtropical tree and shrub handbook * Seed biology |
| **2** | 20 febrero | Capítulo 1 | Mecanismos de dispersión de frutos y semillas  Selección de árboles semilleros  **Envío al profesor de anteproyecto de investigación**  **(23 de febrero)** |
| **3** | 27 febrero | Capítulo 2 | Huertos y rodales semilleros  Recolección de frutos  Manejo de frutos y semillas  **Devolución de anteproyecto revisado y con observaciones de mejora** | * Classification and selection of seed sources * Identification, establishment and management of seed sources * Manual de recolección de semillas * El valor de la diversidad y la calidad de la semilla en la plantación de árboles |
| **4** | 6 marzo | Capítulo 2 | Procesamiento de frutos y semillas  Análisis de semillas  Almacenamiento de semillas  Fuentes de abastecimiento de semillas  **Práctica I de análisis de semillas (Normas ISTA)**  **Entrega criterios y rúbrica del trabajo de identificación de fuentes semilleras** |
| **5** | 13 marzo | Capítulo 3 | Definición de viveros  Clasificación de viveros  **Gira BSF-CATIE 14/03/2019**  **Límite inicio de ejecución de proyecto de investigación** | * Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor * Construcción de un invernadero |
| **6** | 20 marzo | Capítulo 3 | Importancia de los viveros forestales  Selección del sitio para vivero | * Uso de sustratos en viveros |
| **7** | 27 marzo | Capítulo 3  Capítulo 4 | Preparación del sitio y actividades de mantenimiento  Diseño y disposición de áreas en vivero  **Práctica II labores comunes en vivero** | * Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neotrópico * A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America * Viveros Forestales |
| **8** | 3 abril | Capítulo 4 | Selección del sitio para vivero  Preparación del sitio y actividades de mantenimiento  Diseño y disposición de áreas en vivero | * Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor |
| **9** | 10 abril | Capítulo 5 | Definición e importancia de sistemas de producción  Sistemas de producción  Elección del sistema  Tipos de sustratos  **Práctica III tratamientos pregerminativos** | * Construcción de un invernadero   Uso de sustratos en viveros |
|  | 17 abril | Feriado  (Semana Santa) | | |
| **10** | 24 abril | Prueba parcial | | |
| **11** | 01 mayo | Feriado 01 de mayo  (Día mundial del trabajador) | | |
| **12** | 08 mayo | Capítulo 6 | Fisiología de la germinación  Latencia y tratamientos pre-germinativos  Camas de germinación y bancales  Siembra directa  Micorrización  **Entrega informe de gira** | * La planta: estructura y función * Propagación de plantas: principios y prácticas. |
| **13** | 15 mayo | Capítulo 6 | Repique y endurecimiento  Riego y nutrición  Control de plagas y enfermedades  Cosecha, embalaje y transporte  **Gira 16/05/2019**  **Vivero Forestal EARTH**  **Entrega de trabajo fuentes semilleras** | * Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor * Viveros Forestales * Plagas y enfermedades forestales de Costa Rica |
| **14** | 22 mayo | Capítulo 7 | Importancia propagación asexual  Uso de clones  Propagación por medio de acodos  Propagación por medio de injertos | * Plant propagation, principles and practices * The reference manual of woody plant propagation: * From seed to tissue culture. * El estaquillado * El enraizamiento de estacas de especies forestales * Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. |
| **15** | 29 mayo | Capítulo 7 | Propagación por medio de estacas  Micropropagación  **Práctica IV reproducción vegetativa** |
| **16** | 05 junio | Capítulo 8 | Determinación de costos y rendimientos  La planificación y programación de actividades | * Administración y manejo de viveros forestales * Viveros forestales |
| **17** | 12 junio | Prueba final | | |
|  | **El examen extraordinario será el 26/06/2019, a las 8:00 a.m.** | | | |

1. **METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El desarrollo del curso se realizará utilizando diferentes estrategias, todas ellas complementarias y orientadas a la promoción de aprendizajes de manera constructiva y dinámica, fomentando un carácter crítico y analítico. Las estrategias incluyen la exposición por parte del profesor de los contenidos temáticos, complementado con el análisis y discusión de los mismos conceptos con participación activa de los estudiantes. Asimismo, los estudiantes deberán leer, analizar y discutir documentos relacionados con el manejo de semillas y viveros forestales, tanto en idioma inglés como en español

Se realizará una gira la cual tiene como objetivo conocer la experiencia de un banco de semillas y el manejo de viveros forestales. Además, este curso contará con especial énfasis en diferentes prácticas en el Vivero Forestal de la Escuela de Ciencias Ambientales con el fin de potenciar las capacidades de los alumnos de este curso.

Con el fin de reforzar los conceptos teóricos del curso, se realizarán dos trabajos de investigación:

1. En grupos de tres estudiantes se visitarán dos regiones del país donde se localizarán individuos de un grupo de especies, con el fin de contribuir a establecer una red de identificación y conservación de fuentes semilleras de especies de interés forestal (para conservación, forestación, restauración y ornamentación). El profesor entregará el protocolo de campo a seguir para levantar la información de campo en la primera sesión, además indicará el formato a seguir del trabajo a entregar con base en la guía sobre de al menos 20 árboles de 5 diferentes especies.
2. Se realizará un trabajo de investigación en grupos de tres estudiantes. Cada grupo realizará su proyecto en el Vivero Forestal de la EDECA. Para la ejecución de este trabajo, se asignará uno de los siguientes temas, los cuales pueden ser modificados previo acuerdo de los estudiantes con el docente:
   1. Evaluación de indicadores de calidad en plántulas en vivero de (especie) en tres sustratos
   2. Evaluación de tres tratamientos pre-germinativos en semillas de (especie) para producción de plántulas en vivero
   3. Evaluación del enraizamiento de estacas de (especie) con dos tipos de estimulantes y dos sustratos
   4. Evaluación del desarrollo inicial de plántulas de (especie) con dos tipos de fertilización
   5. Evaluación del desarrollo inicial de plántulas dos especies en sustratos inoculadas con microorganismos y/o micorrizas.
   6. Descripción morfológica de la germinación de plántulas nativas.
   7. Evaluación del desarrollo inicial de plántulas de especies, comparando procedencias o semillas de árboles individuales.

Para cada tema se debe entregar un anteproyecto de investigación donde se incluirán todos los acápites que el profesor indicará la primera sesión de clase con la entrega de la guía oficial (adjunta a este programa). El producto final será un **informe científico** (en formato físico y digital) que contendrá todos los puntos que la guía indica.

Por la naturaleza de los informes se requerirá del uso adecuado de herramientas estadísticas para el análisis de los datos, de manera que se recomienda el uso del software estadístico libre infostat (<http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15> ) y la revisión de su manual.

Como parte de la evaluación y compromisos del trabajo final se dejarán al menos 200 ejemplares de la especie que se someta a investigación.

1. Se realizarán diferentes prácticas de campo-laboratorio con las cuales se pretende reforzar conceptos teóricos de relevancia en el manejo de viveros y semillas forestales. Para la ejecución de los laboratorios se coordinará con los estudiantes para realizarlas en las horas asignadas a las prácticas. Dentro de las prácticas más importantes a ejecutar se mencionan la prueba fisiológica de tetrazolio para viabilidad de semillas, análisis de semillas bajo las normas ISTA, la prueba de germinación y uso de tratamientos pre-germinativos, uso de reguladores de crecimiento en propagación vegetativa y prácticas sobre el manejo de vivero.
2. Para la gira todos los estudiantes deben presentarse con botas de hule o zapatos de campo que protejan el tobillo, libreta para apuntes, lápiz, cámara fotográfica, capa impermeable o poncho, repelente contra insectos, gorra para protegerse del sol, protector solar y los medicamentos necesarios en caso de padecimientos particulares en cada alumno. Otros instrumentos y equipo especializado necesarios se indicarán previamente para su respectiva solicitud en bodega.
3. **EVALUACIÓN**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Medio de evaluación** | **Porcentaje (%)** | **Fecha ejecución** | **Fecha presentación** | **Fecha devolución** |
| Primera prueba parcial | **17,5** | **24/04/19** | **-** | **8 días después** |
| Prueba final (acumulativa) | **22,5** | **12/06/19** | **-** | **8 días después** |
| Trabajo identificación de fuentes semilleras | **15** | **06/03/19** | **15/05/19** | **8 días después** |
| Trabajo investigación (\*)  Informe escrito 15 %  Entrega de plántulas 10 % | **25** | **13/02/19** | **05/06/19** | **8 días después** |
| Prácticas en vivero y laboratorio | **12,5** | **Semana 4, 7, 9, 15** | **-** | **8 días después** |
| Informe de gira (Bitácoras a visitas de campo) | **7,5** | **-** | **-** | **8 días después** |
| **TOTAL** | **100** |  |  |  |

# REGLAMENTO DEL CURSO

# Solo se repondrán exámenes en caso de fuerza mayor, para lo cual el estudiante deberá presentar su debida justificación con una constancia médica que contenga las pruebas meritorias de su debida ausencia, en los próximos ocho días a la realización de la prueba. Los exámenes cortos se realizarán en los primeros 15 minutos de cada clase. No existe reposición para los trabajos de investigación e informes de gira, por lo cual el estudiante deberá participar en el mismo para presentar el debido documento. La asistencia a las giras es obligatoria, ausencia a estas conlleva la pérdida automática del curso. No es permitido el uso de teléfono celular durante el desarrollo de las prácticas de laboratorio y clases teóricas. Aquel o aquella estudiante que se ausente a clases sin debida justificación al menos tres veces durante el periodo perderá el curso.

## NORMATIVA APLICADA:

En el curso se aplica íntegramente el Reglamento general sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Nacional (SCU-1816-2008). Pero se destacan los siguientes alcances.

1. Artículo 11. “La obligatoriedad de asistencia presencial de los estudiantes al curso deberá estar indicada en el respectivo programa de curso, fundamentada en la naturaleza y enfoque metodológico del mismo y en concordancia con la normativa vigente”. Para efectos de este curso la asistencia a TODAS las clases teóricas presenciales, giras y aquellas actividades académicas programadas durante el periodo del curso, son de carácter obligatorio.
2. Artículo 24. “Se considera plagio la reproducción parcial o total de documentos ajenos presentándolos como propios. En el caso que se compruebe el plagio por parte del estudiante, perderá el curso. Si reincide será suspendido de la carrera por un ciclo lectivo, y si la situación se repite una vez más, será expulsado de la Universidad”. Este artículo se aplicará en las diferentes actividades programadas en el curso, como las tareas, trabajos grupales, informes de gira y trabajos de investigación, si estos no cuentan con las respectivas citas bibliográficas y se presentan como elaboración propia.
3. Artículo 31. “No se realizarán pruebas extraordinarias en aquellos cursos de naturaleza práctica, laboratorios, seminarios y talleres, así como práctica profesional supervisada”. Este curso por ser de naturaleza teórico–práctico se realiza prueba extraordinaria.
4. La asistencia a **TODAS** las clases presenciales es **obligatoria** (al amparo del acuerdo Consejo Universitario, Art. Tercero, Inciso IV, sesión 1927).
5. Los trabajos de los estudiantes deben contener las referencias bibliográficas redactadas bajo las normas APA 6° edición.
6. **BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

Barwick, M. 2004. Tropical and subtropical trees: a worldwide encyclopedic guide. UK. 484 p.

Bonfil-Sanders, C., Cajero-Lázaro, I., & Evans, R. 2008. Germinación de semillas de seis especies de Bursera del centro de México. Agrociencia, 42(7), 827-834.

CATIE. 1996. Biología de Semillas Forestales, Adaptación Técnica de Luís Fernando Jara. Programa de Investigaciones. Proyecto de Semillas Forestales, PROSEFOR, Danida Seed Centre. Turrialba, Costa Rica. 31 p.

CATIE. 2000. Manejo de Semillas de 100 Especies Forestales de América Latina.Volumen I. Proyecto de semillas Forestales: Danida Forest Seed Centre. Turrialba, Costa Rica. 204 p.

CATIE. 2000. Segundo Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina, Santo Domingo, República Dominicana, 18 – 22 de octubre de 1999. 306 p.

CATIE. 2001. Manejo de Semillas de 75 Especies Forestales de América Latina. Volumen II. Proyecto de semillas Forestales: Danida Forest Seed Centre. Turrialba, Costa Rica. 198 p.

Chapman, F. & Allan, T. 1984. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales. Estudio FAO Montes No8. Segunda impresión. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 206 p.

Chaves, S. 1992. Adaptación y crecimiento de especies forestales en la Zona Norte. II Congreso Forestal Nacional, San José, Costa Rica. 31-32.

ELTI. 2012. Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neo trópico. Smithsonian Tropical Research Institute, PA. 162 p.

FAO, CIFOR, PPI. 2012. Frutales y plantas útiles en la vida amazónica. IT. 317 p.

Flores, E. 1999. La planta: Estructura y función. Cartago, CR. 884 p. 2 v.

Hartmann, H; Kester, D. 1985. Propagación de plantas: principios y prácticas. Trad. Antonio Marino. MX. 813 p.

IICA. 1985. Redacción de referencias bibliográficas. Normas oficiales del IICA. 3era Ed. IICA-CID:4. San José, Costa Rica. 57 p.

ISTA. 1998. ISTA tropical and subtropical tree and shrub seed handbook. Karen P., Matt P., Peter G. eds. 1ª ed. Zürich, CH. 203 p.

Müller, L. 2008. Anatomía y morfología de antófitos: principios y prácticas. Turrialba, CR. CATIE. 270 p. (Serie técnica. Manual técnico/CATIE nº 81)

Niembro, A. 1989. Semillas de plantas leñosas: morfología comparada. 1ª ed. Distrito Federal, MX. 224 p.

Reid, J., Holl, K., & Zahawi, R. (2015). Seed dispersal limitations shift over time in tropical forest restoration. Ecological Applications, 25(4), 1072-1082.

Rojas, F. 2006. Viveros Forestales. 2 ed., San José, Costa Rica, EUNED. 248 pp.

Roman, Francisco, De Liones, Rivieth, Sautu, Adriana, Deago, Jose, and Hall, Jefferson S. 2012. "Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el neotrópico." New Haven, CT 06511, USA: Environmental Leadership and Training Initiative – ELTI, Yale School of Forestry & Environmental Studies.

Sady, G., Holl, K., Cole, R., & Zahawi, R. (2010). Germination and Survival of Tree Seeds in a Tropical Montane Forest Restoration Study (Costa Rica). Ecological Restoration, 28(2), 121-124.

Soriano, D., Orozco-Segovia, A., Márquez-Guzmán, J., Kitajima, K., Gamboa-de Buen, A., & Huante, P. 2011. Seed reserve composition in 19 tree species of a tropical deciduous forest in Mexico and its relationship to seed germination and seedling growth. Annals of Botany, 107(6), 939-51.

USDA. 1987. A technical guide for forest nursery management in the Caribbean and Latin America. Louisiana, US. 156 p.

Wadsworth, F. 1997. Forest Production for Tropical America. USDA Forest Service. Agriculture Handbook 710. 563pp

Zambrano, J., Howe, H., & Gonzalez‐Meler, M. 2017. Combined effects of seed and soil quality drive seedling performance of a late‐successional canopy tree in a tropical forest. Biotropica, 49(6), 811-820.

Zeaser, D. 2000. La utilización de nutrientes por melina (Gmelina arborea Roxb.) en plantaciones industriales en el Pacifico Sur de Costa Rica. En: Taller sobre nutrición forestal, CONARE. San José, Costa Rica. P. 26-44.

Zeaser, D. 2001. Melina reproductive biology, pollen collection and storage and pollination techniques. In: 2001 International Short Course in Forest Genetics and Tree Improvement. North Carolina State University, Department of Forestry, CAMCORE. Raleigh, N.C.

|  |  |
| --- | --- |
| *Revisado por:*  *¿??????????*  *Coordinadora de la carrera Ing. en Ciencias Forestales* | *Aprobado por:*  *M.Sc. Tomás Marino Herrera*  *Director EDECA* |
| *M.Sc. Albert Morera Beita*  *Profesor del curso* | |