

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

|  |   |                      |             |
|--|---|----------------------|-------------|
| <b>Asignatura</b>                              | Mejora Genética Forestal  |                      |             |
| <b>Materia</b>                                 | Mejora Genética   |                      |             |
| <b>Módulo</b>                                  | Planificación y Mejora en el Medio Forestal a Escala Territorial  |                      |             |
| <b>Titulación</b>                              | Máster Universitario en Ingeniería de Montes  |                      |             |
| <b>Plan</b>                                    | 428   | <b>Código</b>        |             |
| <b>Periodo de impartición</b>                  | Primer Cuatrimestre   | <b>Tipo/Carácter</b> | Obligatorio |
| <b>Nivel/Ciclo</b>                             | Posgrado/ Máster universitario  | <b>Curso</b>         | Primero     |
| <b>Créditos ECTS</b>                           | 5 ECTS  |                      |             |
| <b>Lengua en que se imparte</b>                | Español. Asignatura "English friendly"  |                      |             |
| <b>Profesor/es responsable/s</b>               | Rosario Sierra de Grado.<br>CV: <a href="http://sostenible.palencia.uva.es/users/rsierra">http://sostenible.palencia.uva.es/users/rsierra</a> |                      |             |
| <b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b> | <a href="mailto:rsierra@pvs.uva.es">rsierra@pvs.uva.es</a> ; 979108418  |                      |             |
| <b>Departamento</b>                            | Producción vegetal y recursos forestales  |                      |             |



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

La asignatura forma parte de Máster en Ingeniería de Montes, que habilita para ejercer la profesión regulada de Ingeniero de Montes, según la Orden CIN 326/2009 de 9 de febrero. Dicha orden establece las características que deben cumplir los planes de estudio para poder otorgar esas atribuciones profesionales.

En ella se establece que el plan de estudios debe incluir como mínimo los siguientes módulos:

- Industrias y Energías Forestales,
- Planificación y mejora forestal a escala territorial y
- Organización de Empresas y Política Forestal y del Medio Natural.

Dentro del segundo de los módulos se incluye la competencia en Mejora Genética Forestal.

### 1.2 Relación con otras materias

El módulo “Planificación y mejora forestal a escala territorial” del plan de estudios de la ETSIIAA de Palencia incluye las siguientes asignaturas:

|   |
|---|
| MT4 Ordenación y mejora forestal                          |
| MT5 Restauración hidrológica                              |
| MT6 Contaminación del medio natural y gestión de residuos |
| MT7 Mejora Genética Forestal                              |
| MT8 Auditoría Ambiental                                   |

Son competencias específicas del módulo:

Conocimiento y capacidad para diseñar planes de desarrollo integral sostenible de comarcas forestales y el desarrollo de indicadores de gestión.

Capacidad para diseñar y calcular planes de declaración y/o ordenación de espacios naturales protegidos.

Planes de Ordenación del Territorio, áreas de Montaña y Zonas Costeras.

Planificación hidrológica y lucha contra la desertificación.

Capacidad para el control de la contaminación del Medio Natural debido a la actividad industrial y la gestión de residuos.

Mejora genética forestal.

Elaboración de sistemas de la calidad forestal y de auditoría ambiental

Además, tiene relación con las materias cursadas previamente en el Grado de Ingeniero Forestal y del Medio Natural o en la carrera de Ingeniero Técnico Forestal relacionadas con la Biología por los fundamentos conceptuales, Viveros y Repoblaciones por las aplicaciones prácticas que de ella se derivan, y Estadística como herramienta para el análisis de datos.

### 1.3 Prerrequisitos

No existen prerrequisitos previos específicos de la asignatura.

Es recomendable repasar los conocimientos de genética general.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

Dentro de esta asignatura se trabajan las siguientes competencias generales:

|     |  |
|-----|--|
| G2  | Saber y aplicar los conocimientos en la práctica                               |
| G3  | Ser capaz de analizar y sintetizar   |
| G4  | Ser capaz de organizar y planificar  |
| G6  | Hablar, leer y escribir en una lengua extranjera (inglés)                      |
| G9  | Ser capaz de resolver problemas  |
| G10 | Ser capaz de tomar decisiones  |
| G12 | Trabajar en equipo   |
| G13 | Ser capaz de trabajar en un contexto local, regional, nacional o internacional |
| G15 | Demostrar un razonamiento crítico  |

G2, G3, G4, G9, G10, G12 y G15 se trabajan en el desarrollo en grupo de un proyecto de mejora genética para una especie forestal.

G6 se desarrolla con ejercicios específicos de lecturas en inglés sobre la materia, desarrollo de glosarios y actividades de internacionalización de los estudiantes como el viaje conjunto con estudiantes extranjeros de otros Másteres de la ETSIIAA.

G13 se desarrolla en el viaje conjunto de internacionalización

### 2.2 Específicas

|     |                           |
|-----|---------------------------|
| E10 | Mejora genética forestal. |
|-----|---------------------------|



### 3. Objetivos

El estudiante desarrollará capacidad para diseñar y ejecutar programas de mejora genética con especies forestales:

- Capacidad para comprender las bases de la mejora genética y sus principales aplicaciones prácticas en el ámbito forestal.
- Capacidad para seleccionar individuos sobresalientes en campo y en parcelas experimentales.
- Capacidad para diseñar y de analizar estadísticamente experimentos genéticos.
- Capacidad para integrar criterios genéticos en la gestión forestal.

Además, el estudiante desarrollará capacidad para entender textos en inglés de temas específicos de la asignatura (asignatura "English friendly")





#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: FUNDAMENTOS GENÉTICOS

Carga de trabajo en créditos ECTS:

###### a. Contextualización y justificación

Para poder asimilar adecuadamente los conceptos que se desarrollarán en la asignatura y poder desarrollar las competencias necesarias en mejora genética, es necesario partir de unos principios básicos de genética general, de poblaciones y cuantitativa. Algunos de ellos deberán ser recordados o aprendidos por parte del alumno de forma autónoma, si bien la asignatura partirá de un nivel muy básico para permitir que rápidamente todos los estudiantes puedan alcanzar el nivel adecuado. Se considera especialmente importante la adquisición del lenguaje técnico preciso para expresar con propiedad los conceptos genéticos.

###### b. Objetivos de aprendizaje

La comprensión y aprendizaje de los fundamentos genéticos de la mejora prepararán al estudiante para desarrollar su capacidad para diseñar y ejecutar programas de mejora genética con especies forestales y poder desarrollar un pensamiento crítico en temas relacionados con la genética.

Además, aprenderá el vocabulario básico de la genética general y genética de poblaciones en inglés.

###### c. Contenidos

###### **Programa de teoría:**

0. INTRODUCCIÓN: Importancia de la genética en la Ingeniería de Montes.
1. FUNDAMENTOS GENÉTICOS.  
Genética general. Genética de poblaciones. Genética cuantitativa.

###### **Programa de prácticas:**

Ejercicios de genética general y genética de poblaciones.  
Lecturas en inglés y elaboración de glosarios.

###### d. Métodos docentes

Ver apartado 5.

###### e. Plan de trabajo

Ver apartado 6.

###### f. Evaluación

Ver apartado 7.



### g. Bibliografía básica

- ERIKSSON G, CLAPHAM ED 2006 An introduction to forest genetics. <http://www.slu.se/Forest-Genetics-online>
- FALCONER, D.S. 1986. Introducción a la genética cuantitativa. CECSA, Méjico.
- SUZUKI, GRIFFITHS, MILLER, LEWONTIN, 1992. Introducción al análisis genético. Ed. Interamericana. McGraw-Hill. Madrid.

### h. Bibliografía complementaria

GUEVARA MA, DÍAZ-SALA, C. Y CERVERA, MT. Regulación epigenética de la respuesta adaptativa al cambio climático de las especies vegetales. En Herrero A & Zavala MA, editores (2015) Los Bosques y la Biodiversidad frente al Cambio Climático: Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. [https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cap30-regulacionepigeneticadelarespuestaadaptativa\\_tcm30-70232.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cap30-regulacionepigeneticadelarespuestaadaptativa_tcm30-70232.pdf)

### i. Recursos necesarios

### j. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 1          | Semanas 1-3                    |

## Bloque 2: VARIABILIDAD EN LAS ESPECIES FORESTALES.

Carga de trabajo en créditos ECTS:

### a. Contextualización y justificación

La variabilidad genética es condición imprescindible para que la mejora genética sea posible. Además, la variabilidad genética permite a las poblaciones evolucionar, adaptándose a nuevas condiciones ambientales, por ello también es fundamental para la conservación de los ecosistemas forestales. El uso adecuado del material forestal de reproducción es la forma más fácil, segura y económica de hacer una "mejora", y por tanto es una competencia esencial dentro de la gestión forestal.

Se analizarán en este bloque los diferentes niveles de variabilidad en las poblaciones forestales, y se dará especial relevancia a su importancia práctica en el manejo de material forestal de reproducción.

### b. Objetivos de aprendizaje

El estudiante conocerá los diferentes niveles de variación genética entre y dentro de poblaciones, Desarrollará capacidad para optimizar el manejo de la variación geográfica en el ámbito forestal. Comprenderá las bases de la estimación de la variabilidad genética a través de marcadores moleculares.

### c. Contenidos



**Programa de teoría:**

VARIABILIDAD EN LAS ESPECIES FORESTALES.

Variabilidad geográfica. Origen y procedencia. Regiones de procedencia. Delimitación de regiones de procedencia. Métodos aglomerativo y divisivo. Uso de las regiones de procedencia en repoblaciones, Ensayos de procedencias.

Los marcadores moleculares como herramienta de estimación de la variabilidad.

**Programa de prácticas:**

Elección de la región de procedencia de la semilla para una repoblación.

Visita e interpretación de un ensayo de procedencias.

Visita a laboratorio e interpretación de resultados de marcadores moleculares.

**d. Métodos docentes**

---

Ver apartado 5.

**e. Plan de trabajo**

---

Ver apartado 6.

**f. Evaluación**

---

Ver apartado 7.

**g. Bibliografía básica**

---

- ERIKSSON G, CLAPHAM ED 2006 An introduction to forest genetics. <http://www.slu.se/Forest-Genetics-online>
- FALCONER, D.S. 1986. Introducción a la genética cuantitativa. CECSA, Méjico.
- WRIGHT JW, 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. Inc. NY.
- WHITE TL, ADAMS, NEALE 2007 Forest genetics CABI Pub.

**h. Bibliografía complementaria**

---

**i. Recursos necesarios**

---

**j. Temporalización**

---



| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 0,5        | Semanas 4 y 5                  |

### Bloque 3: DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2,5

#### a. Contextualización y justificación

Este bloque temático es el núcleo de la asignatura, en la que el estudiante profundizará en las competencias necesarias para poder diseñar y ejecutar programas de mejora genética en especies forestales.

#### b. Objetivos de aprendizaje

El estudiante conocerá las fases y elementos básicos de un programa de mejora genética de especies forestales.

Aprenderá a diseñar y planificar un programa de mejora genética, desde la selección de material silvestre en campo hasta generaciones avanzadas del programa.

Será capaz de planificar un diseño de cruzamientos y las operaciones necesarias.

Será capaz de establecer diseños experimentales en ensayos genéticos.

Desarrollará pensamiento crítico en torno al uso de variedades mejoradas y de transgénicos en el ámbito forestal.

#### c. Contenidos

##### Programa de teoría:

DESARROLLO DE PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA.

Métodos de mejora genética clásica. Ensayos genéticos. El diseño experimental. La hibridación en la mejora. Ingeniería genética.

##### Programa de prácticas:

- Polinización controlada. Práctica de aula: diseño de cruzamientos.
- Evaluación de la variabilidad en ensayos genéticos: Práctica en aula de informática, interpretación de la variabilidad a partir del análisis de la varianza.
- Diseño de un programa de mejora genética de una especie forestal (trabajo en grupo), desde la selección masal hasta el establecimiento de un huerto semillero de tercera generación.
- Plantas transgénicas: lectura individual de estudios de casos y discusión en aula.

#### d. Métodos docentes

Ver apartado 5.





**e. Plan de trabajo**

---

Ver apartado 6.

**f. Evaluación**

---

Ver apartado 7.

**g. Bibliografía básica**

---

- ERIKSSON G, CLAPHAM ED 2006 An introduction to forest genetics. <http://www.slu.se/Forest-Genetics-online>
- Grattapaglia D., 2014 Breeding Forest Trees by Genomic Selection: Current Progress and the Way Forward. En R. Tuberosa et al. (eds.), Genomics of Plant Genetic Resources, 651 DOI 10.1007/978-94-007-7572-5\_26, © Springer Science+Business Media Dordrecht
- FALCONER, D.S. 1986. Introducción a la genética cuantitativa. CECSA, Méjico.
- PÂQUES L.E. (ed.), 2013 Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives, Managing Forest Ecosystems 25, DOI 10.1007/978-94-007-6146-9\_1, © Springer Science+Business Media Dordrecht.
- PARDOS JA (Ed) 1988. Mejora genética de especies arbóreas forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- WRIGHT JW, 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. FAO. Rome.
- WRIGHT JW, 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. Inc. NY.
- WHITE TL, ADAMS, NEALE 2007 Forest genetics CABI Pub.
- ZOBEL B, TALBERT J, 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa.

**h. Bibliografía complementaria**

---

SCUDELLARI 2019 Self-destructing mosquitoes and sterilized rodents: the promise of gene drives. Nature

**i. Recursos necesarios**

---

**j. Temporalización**

---

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 2,5        | Semanas 6 a 12                 |

**Bloque 4: PROPAGACIÓN DEL MATERIAL DE REPRODUCCIÓN**

---

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**a. Contextualización y justificación**

---



Una fase imprescindible de todo programa de mejora es la propagación del material mejorado, que constituye el producto del programa y que debe ir en consonancia con las necesidades del mercado. Las especies forestales tienen sus particularidades en este aspecto.

---

#### **b. Objetivos de aprendizaje**

El estudiante relacionará los programas de mejora genética con las categorías de material forestal de reproducción y los materiales de base para su producción.

Comprenderá y será capaz de manejar con soltura el REAL DECRETO 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.

---

#### **c. Contenidos**

##### **Programa de teoría:**

PROPAGACIÓN DEL MATERIAL DE REPRODUCCIÓN.

Huertos semilleros. Bancos clonales. Materiales de base y Material Forestal de Reproducción (MFR). Comercialización del MFR.

##### **Programa de prácticas:**

- Práctica de laboratorio: Cultivo in vitro de especies forestales.

---

#### **d. Métodos docentes**

Ver apartado 5.

---

#### **e. Plan de trabajo**

Ver apartado 6.

---

#### **f. Evaluación**

Ver apartado 7.

---

#### **g. Bibliografía básica**

- PARDOS, JA., GIL, L., 1986. Los huertos semilleros. Estudios básicos para su establecimiento en España. Monografía 44. ICONA. MAPA
- REAL DECRETO 289/2003, de 7 de marzo, sobre comercialización de los materiales forestales de reproducción.
- WHITE TL, ADAMS, NEALE 2007 Forest genetics CABI Pub.

---

#### **h. Bibliografía complementaria**

**i. Recursos necesarios****j. Temporalización**

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 0,5        | Semana 13                      |

**Bloque 5: CONSERVACIÓN DEL ACERVO GENÉTICO**Carga de trabajo en créditos ECTS: **a. Contextualización y justificación**

La conservación de la variabilidad genética es condición necesaria para que pueda seguirse haciendo mejora genética en el futuro, y más importante aún, para la propia pervivencia de las especies y su capacidad de evolución ante futuros cambios ambientales. En este último bloque temático se tratará de que los estudiantes integren una perspectiva genética en la gestión forestal sostenible.

**b. Objetivos de aprendizaje**

El estudiante conocerá las principales estrategias de conservación de recursos genéticos (in situ, ex situ) y distinguirá las implicaciones de los objetivos de conservación (conservación dinámica y estática).

**c. Contenidos****Programa de teoría:**

Conservación del acervo genético en masas naturales.

Conservación del material mejorado.

Estrategias y objetivos de conservación.

**Programa de prácticas:**

Casos de estudio.

**d. Métodos docentes**

Ver apartado 5.

**e. Plan de trabajo**

Ver apartado 6.

**f. Evaluación**

Ver apartado 7.



### g. Bibliografía básica

- ERIKSSON G, CLAPHAM ED 2006 An introduction to forest genetics. <http://www.slu.se/Forest-Genetics-online>
- FALCONER, D.S. 1986. Introducción a la genética cuantitativa. CECSA, Méjico.
- PARDOS JA (Ed) 1988. Mejora genética de especies arbóreas forestales. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- PARDOS, JA., GIL, L., 1986. Los huertos semilleros. Estudios básicos para su establecimiento en España. Monografía 44. ICONA. MAPA
- SUZUKI, GRIFFITHS, MILLER, LEWONTIN, 1992. Introducción al análisis genético. Ed. Interamericana. McGraw-Hill. Madrid.
- WRIGHT JW, 1964. Mejoramiento genético de los árboles forestales. FAO. Rome.
- WRIGHT JW, 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press. Inc. NY.
- WHITE TL, ADAMS, NEALE 2007 Forest genetics CABI Pub.
- ZOBEL B, TALBERT J, 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa.

### h. Bibliografía complementaria

M.R. AHUJA, S. MOHAN JAIN (Editors) 2015 Genetic Diversity and Erosion in Plants Indicators and Prevention. Springer.

### i. Recursos necesarios

### j. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 0,5        | Semana 14                      |

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

La asignatura se impartirá a través de:

- a.- Clases magistrales (33%), en las que se intercalarán cuestiones para resolver por parejas de estudiantes y otras actividades que ayuden a la participación activa. También se propondrán actividades para resolver en casa individualmente por el estudiante en relación con el tema desarrollado en clase.
- b.- Clases prácticas de aula, laboratorio y campo (66%), en las que se trabajarán temas complementarios a los desarrollados en teoría.



Una parte fundamental del aprendizaje se desarrollará en el trabajo en grupo de diseño de un programa de mejora genética de una especie forestal. Se requerirá al menos una tutoría de grupo programada para discutir con la profesora el esquema del programa antes de su elaboración detallada, con el objeto de que esté bien enfocado desde un principio. Se programarán más tutorías si fuese necesario hasta tener el visto bueno del esquema. A estas tutorías deben acudir todos los integrantes del grupo.

Se realizará uno o más viajes de prácticas para visitar centros de investigación, empresas o instituciones que desarrollen aspectos relacionados con la asignatura. Además, se procurará que este viaje se realice de forma conjunta con estudiantes de otros Másteres con alumnos extranjeros para fomentar las redes profesionales internacionales, aprender a desenvolverse en ambientes internacionales y practicar el inglés.





## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES | HORAS     | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES           | HORAS      |
|--------------------------|-----------|---------------------------------------|------------|
| Clases teóricas          | 15        | Estudio y trabajo autónomo individual | 75         |
| Clases prácticas         | 15        | Estudio y trabajo autónomo grupal     | 50         |
| Laboratorios             | 4         |                                       |            |
| Prácticas de campo       | 16        |                                       |            |
| Seminarios               |           |                                       |            |
| Otras actividades        |           |                                       |            |
| <b>Total presencial</b>  | <b>50</b> | <b>Total no presencial</b>            | <b>125</b> |

5 ECTS= 50 horas presenciales y 5x25= 125 horas de trabajo no presencial.

## 7. Sistema y características de la evaluación

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO                                  | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES   |
|--|-----------------------|---|
| Examen final   | 70%                   | Para aprobar la asignatura ha de alcanzarse al menos un 5 sobre 10 en el examen y tener presentado el proyecto de mejora genética |
| Proyecto de Programa de Mejora Genética (trabajo de grupo) | 20%                   | Presentación obligatoria en la convocatoria ordinaria y en la extraordinaria.   |
| Trabajos individuales                                      | 10%                   |   |

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - En el examen se valorará la claridad, precisión y exactitud de las respuestas.
  - En el trabajo de grupo, se valorará la corrección del diseño del programa y la profundidad y grado de complejidad que se ha alcanzado en su desarrollo.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Los mismos que en la ordinaria.

## 8. Consideraciones finales