

Ficha Docente:

FARMACOGNOSIA Y FITOTERAPIA



FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

I.- IDENTIFICACIÓN

NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Farmacognosia y Fitoterapia

CARÁCTER: Básico

MATERIA: Obligatoria

MÓDULO: Tercero

CURSO: Cuarto

SEMESTRE: Octavo

CRÉDITOS: 9 ECTS

DEPARTAMENTO/S: Farmacología

PROFESOR/ES RESPONSABLE/S:

Coordinador:

Prof. Dra Dña Paulina Bermejo Benito

naber@farm.ucm.es

Profesores:

Prof. Dra Dña. Irene Iglesias Peinado, ireneig@farm.ucm.es

Prof. Dra Dña. Olga M. Palomino Ruiz-Poveda,

olgapalomino@farm.ucm.es

Prof. Dra Dña. Teresa Ortega Hernández-Agero

tortega@farm.ucm.es

II.- OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

El objetivo general de esta asignatura es que el alumno adquiera los conocimientos suficientes sobre las principales drogas de interés en Farmacia. Se profundizará en su origen, formas de obtención, composición química, ensayos de identidad, calidad y seguridad, así como en su actividad farmacológica y aplicaciones. Para facilitar el estudio, las drogas se clasificarán principalmente atendiendo a su actividad farmacológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Conocer la definición y los objetivos de la Farmacognosia y la Fitoterapia y su importancia en el contexto de las Ciencias Farmacéuticas.
- 2.- Conocer los términos farmacognósticos de interés: planta medicinal, droga, planta ofical, principio activo, etc.
- 3.- Conocer las principales fuentes de obtención de las materias primas naturales de aplicación en farmacia.

- 4.- Conocer los factores que influyen en el contenido en principios activos de las drogas vegetales. Selección, cultivo, recolección y mejora de drogas vegetales.
- 5.- Conocer y diferenciar las características morfológicas, histológicas y químicas de valor diagnóstico como base fundamental para realizar controles de identidad y calidad de plantas medicinales y drogas.
- 6.- Conocer los diferentes procedimientos a que debe someterse dicho material para su perfecta conservación y almacenamiento.
- 7.- Conocer los principios activos presentes en las drogas como principales responsables de su actividad farmacológica y/o de su interés farmacéutico clasificados según su origen biosintético. Profundizar en sus características estructurales, procedimientos de obtención, caracterización y valoración, actividad farmacológica y utilidad terapéutica.
- 8.- Evaluar los efectos de sustancias con actividad farmacológica
- 9.- Adquirir conocimientos sobre las monografías de las principales drogas vegetales de interés en farmacia, clasificándolas principalmente atendiendo a su actividad farmacológica.
- 10.- Conocer la aplicación terapéutica de plantas medicinales o principios activos de origen natural.
11. – Conocer de forma racional las ventajas e inconvenientes de la utilización de las especies vegetales, formulaciones y preparados mas frecuentemente recomendadas en Fitoterapia
- 12.-Desarrollar habilidades relacionadas con el uso de los efectos beneficiosos de las plantas medicinales y comprender los riesgos sanitarios asociados a su mal uso.
- 13.- Conocer las plantas medicinales: uso y gestión.
- 14.- Adquirir las habilidades necesarias para poder prestar consejo terapéutico en fitoterapia.
- 15.- Formar al estudiante para iniciarse en la investigación en Farmacognosia y Fitoterapia.
- 16.- Formar al estudiante para que sea capaz de buscar, seleccionar y analizar las principales fuentes de información en Farmacognosia y Fitoterapia. Aprender a manejar bases de datos de plantas medicinales.

III.- CONOCIMIENTOS PREVIOS Y RECOMENDACIONES

CONOCIMIENTOS PREVIOS:

Es necesario que el alumno tenga conocimientos de Técnicas Instrumentales, Fisiología Vegetal y Animal, Botánica, Química Orgánica y Farmacología.

IV.- CONTENIDOS

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS CONTENIDOS:

- Conceptos básicos, Definiciones, obtención y conservación de plantas medicinales y drogas.
- Principios activos de drogas.- Principales rutas biosintéticas.
- Compuestos del metabolismo primario
- Compuestos del metabolismo secundario.- Derivados del ácido mevalónico; Compuestos polifenólicos: sikimatos y acetatos; Derivados de aminoácidos.
- Taxonomía farmacognóstica
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el sistema nervioso autónomo y placa motora
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el sistema nervioso central.
- Conocimiento de las drogas que actúan frente al dolor.
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre al aparato cardiovascular.
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el aparato respiratorio.
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el aparato digestivo.
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el aparato genitourinario.
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre el metabolismo
- Conocimiento de las drogas que actúan en procesos infecciosos y relacionados
- Conocimiento de las drogas que actúan sobre piel y mucosas
- Conocimiento de las drogas activas en procesos neoplásicos

PROGRAMA TEORÍA

FARMACOGNOSIA GENERAL

Tema 1: *Conceptos básicos.* Farmacognosia. Definición. Conceptos de droga y principio activo. Sustancias coadyuvantes y antagónicas. Evolución histórica. Estado actual, fines y futuro de la Farmacognosia. Bibliografía.

Tema 2: *Obtención y conservación de drogas:* a) Fuentes de obtención de drogas. Obtención de drogas, animales y vegetales. Plantas medicinales. Cultivo y selección. Recolección. a) Conservación de plantas medicinales y drogas: desecación y estabilización. Condiciones para el almacenamiento de las drogas.

Tema 3: *Bases analíticas del control de identidad y calidad de las drogas.* Control de identidad: características morfológicas e histológicas. Características químicas. Ensayos cualitativos. Control de calidad: determinación de humedad, cenizas y extractos. Ensayos de seguridad y eficacia.

Tema 4: *Extracción de principios activos.* Métodos generales de extracción de principios activos de drogas. Separación fraccionada. Formas farmacéuticas de aplicación en fitoterapia.

Principios activos de drogas

Tema 5: Principales rutas biosintéticas de productos naturales. Metabolitos primarios y secundarios, su función en el vegetal. Clasificación de los principios activos de drogas

1. Compuestos del metabolismo primario

Tema 6: *Glúcidos.* Osas, ósidos y heterósidos. Poliholósidos homogéneos: almidón, celulosa, inulina, quitina y productos derivados. Poliholósidos heterogéneos: mucílagos, gomas y sustancias pécticas. Características generales, distribución en la naturaleza, clasificación, procedimientos de obtención, caracterización y valoración, importancia farmacognóstica.

Tema 7: *Otros compuestos del metabolismo primario.* Lípidos e insaponificables: clasificación e importancia farmacognóstica. Compuestos nitrogenados: heterósidos cianogenéticos, glucosinolatos y enzimas vegetales con interés terapéutico. Compuestos azufrados.

2. Compuestos procedentes del metabolismo secundario

A) Derivados del ácido mevalónico. Isoprenoides

Tema 8: Características generales de los compuestos terpénicos. Biosíntesis, procedimientos generales para su caracterización.

Monoterpenos y sesquiterpenos: Aceites esenciales: concepto, distribución en la naturaleza, procedimientos de extracción y valoración, identificación de sus componentes e importancia farmacognóstica.

Monoterpenos irregulares: Iridoides.

Tema 9.- Lactonas sesquiterpénicas. Diterpenos. Productos resinosos. Triterpenos y esteroides: Saponósidos; Fitosteroles; Heterósidos cardiotónicos. Características generales, clasificación, localización en la naturaleza, técnicas de caracterización y valoración e interés en farmacia.

B) Compuestos polifenólicos: sikimatos y acetatos

1. Sikimatos

Tema 10: Compuestos fenólicos: Fenoles sencillos: fenoles simples y ácidos fenólicos. **Cumarinas. Lignanós. Flavonoides.** Características generales, distribución en la naturaleza, clasificación, procedimientos para su caracterización, identificación y valoración. Interés farmacognóstico.

Tema 11: Taninos: definición, características generales, distribución en la naturaleza, clasificación, extracción, caracterización, valoración e importancia farmacognóstica.

2. Poliacetatos

Tema 12: Quinonas y Antraquinonas: localización en la naturaleza, estructura química, propiedades, ensayos y valoración, importancia farmacognóstica. **Principios floroglucínicos.** Otros compuestos polifenólicos, cannabinoides

C) Derivados de aminoácidos

Tema 13: Alcaloides: características generales, distribución en la Naturaleza. Criterios de clasificación. Extracción, caracterización y valoración. Importancia en Farmacognosia.

Tema 14: Alcaloides derivados de la ornitina y de la lisina: alcaloides tropanícos, química, clasificación y distribución en la Naturaleza e importancia farmacognóstica. Alcaloides pirrolicidínicos y piperidínicos. Otros alcaloides. **Alcaloides derivados de la fenilalanina y la tirosina:** feniletilaminas. Alcaloides isoquinoleínicos: clasificación, importancia farmacognóstica

Tema 15: Alcaloides derivados del triptófano: alcaloides indólicos. Clasificación e importancia farmacognóstica de cada grupo. Alcaloides quinoleínicos, clasificación e importancia farmacognóstica. **Alcaloides de origen diverso:** derivados de la histidina, imidazólicos. Derivados del metabolismo terpénico, alcaloides diterpénicos y esteroídicos. Bases xánticas y otros alcaloides.

Farmacognosia Especial y Fitoterapia

Tema 16: Taxonomía farmacognóstica. Clasificaciones propuestas para su estudio. Clasificación adoptada, consideraciones generales.

Drogas que actúan sobre el sistema nervioso autónomo

Tema 17: Drogas con principios parasimpaticomiméticos. Mención de Amanita muscaria. Hoja de jaborandi. Nuez de areca. Haba de Calabar. Drogas con principios parasimpaticolíticos. Estudio monográfico comparado de Solanáceas con principios tropánicos.

Tema 18: Drogas con principios simpaticomiméticos. Sumidad de efedra. Hoja de cata. Drogas con principios simpaticolíticos. Cornezuelo de centeno. Raíces de rauwolfia.

Tema 19: Drogas que actúan a nivel ganglionar. Hoja de tabaco. Mención de los frutos de cicuta. Drogas paralizantes musculares. Curares.

Drogas que actúan sobre el sistema nervioso central

Tema 20: Drogas con acción sedante: raíz de valeriana, inflorescencias de tila, pasiflora, lúpulo. Drogas con actividad antidepressiva: sumidad de hipérico. Interés terapéutico

Tema 21: Drogas estimulantes de predominio cortical: semillas de café, hoja de té, hoja de mate, nuez de kola, semillas de guaraná. Interés terapéutico

Tema 22: Drogas estimulantes de predominio bulbar: mención de sumidad de lobelia. Drogas estimulantes de predominio medular: nuez vómica, haba de San Ignacio.

Tema 23: Drogas con principios alucinógenos: sumidad de cáñamo indiano, mención de hongos alucinógenos. Interés terapéutico.

Drogas que actúan frente al dolor

Tema 24: Drogas con actividad hipnoanalgésica: cápsulas de adormidera, opio. Interés terapéutico

Tema 25: Drogas con actividad analgésica-antipirética: drogas que contienen derivados del ácido salicílico, mención de la raíz de acónito. Interés terapéutico

Tema 26: Drogas con actividad antiinflamatoria: raíz de harpagofito, centella asiática, manzanillas, árnica, caléndula y *capsicum*. Interés terapéutico. Antigotosos: semillas y bulbo de cólchico.

Tema 27: Drogas anestésicas locales: hoja de coca, clavo de especia. Interés terapéutico

Drogas que actúan sobre el aparato cardiovascular

Tema 28: Drogas cardiotónicas: hojas de digital, mención de semillas de estrofantó y bulbos de escila. Espino blanco. Interés terapéutico

Tema 29: Drogas que mejoran la circulación cerebral: hoja de vinca, hoja de ginkgo. Drogas antihipertensivas: hoja de olivo. Interés terapéutico

Tema 30: Drogas con actividad anticoagulante: sumidad de meliloto. Drogas que favorecen la coagulación sanguínea: raíz de ratania. Interés terapéutico.

Tema 31: Drogas que actúan sobre alteraciones venosas: hoja de hamamelis, corteza y semillas de castaño de Indias, rizoma de rusco. Drogas con antocianósidos y flavonoides: frutos de arándano, citroflavonoides. Interés terapéutico.

DROGAS QUE ACTÚAN SOBRE EL APARATO RESPIRATORIO

Tema 32: Drogas antitusígenas: raíz de altea, malva, drosera. Drogas broncodilatadoras: mención de drogas parasimpaticolíticas y visnaga. Drogas expectorantes: raíz de zarzaparrilla, raíz de polígala, hiedra, grindelia, pelargonium. Drogas balsámicas y con capacidad antiséptica-respiratoria, tomillo, eucalipto. Interés terapéutico

Drogas que actúan sobre el aparato digestivo

Tema 33: Drogas que modifican la actividad y secreción gástrica. Eméticos: raíces de ipecacuana. Antieméticos: Rizoma de jengibre. Antiulcerosos: raíz de regaliz, alginatos. Carminativos: drogas ricas en anetol. Eupépticos: semillas de mostazas, frutos y semillas de pimientas. Modificadores del apetito: raíz de genciana. Interés terapéutico

Tema 34: Drogas estimulantes de la actividad intestinal. Laxantes: agar-agar, carragaen, semillas de lino, semillas de plantagos. Drogas con antraquinonas: rizoma de ruibarbo, corteza de frángula, corteza de cáscara sagrada, hojas de sen, acíbar. Interés terapéutico.

Tema 35: Drogas con principios coleréticos y colagogos: hoja de boldo, hoja de alcachofa, fruto de vainilla. Protectores hepáticos: fruto de cardo María. Interés terapéutico

Drogas que actúan sobre el sistema genitourinario

Tema 36: Estudio de diuréticos vegetales: estigmas de maíz, cola de caballo, sumidad de ortosifón. Antisépticos urinarios: aándano rojo americano y hoja de gayuba. Interés terapéutico

Tema 37: Drogas empleadas en la sintomatología del climaterio: soja, trébol rojo y cimicifuga. Drogas empleadas en la hiperplasia benigna de próstata: fruto de cerezo africano, fruto de palmera de florida y semillas de calabaza. Interés terapéutico.

Drogas que actúan sobre el metabolismo

Tema 38: Drogas con actividad hipoglucemiante: Goma guar, mención de galega. Antiurémicos: hojas y tallos de lespedeza, arenaria. Drogas hipolipemiantes: bulbo de ajo. Drogas tonificantes: raíz de ginseng y raíz de eleuterococo. Interés terapéutico

Drogas que actúan sobre la piel y mucosas

Tema 39: Drogas emolientes y protectoras: avena, gel de aloe, aceites de onagra y rosa mosqueta. Drogas cicatrizantes y antisépticas: árbol del té, centella asiática, nogal, bardana

Drogas activas en procesos infecciosos y relacionados

Tema 40: Drogas antimaláricas y amebicidas. Cortezas de quinas. Artemisia

Drogas activas en procesos neoplásicos

Tema 41: Rizoma de podofilo. Hojas y tallos de Vinca de Madagascar. Tejo.

PROGRAMA PRÁCTICO

Microscopía:

I. Control de identidad y pureza de drogas. Elementos y contenidos celulares.

II.- Estudio micrográfico de drogas:

- Raíces y rizomas: altea, regalíz, genciana, ruibarbo.
- Cortezas: quina, frángula, cáscara sagrada, canela.
- Hojas y bulbos: té, digital, sen, olivo, escila.
- Flores: azafrán, malva, manzanilla.
- Frutos: anís, pimentón.
-

III.- Estudio fitoquímico de drogas: Marcha analítica de los principales grupos químicos que constituyen los principios activos de las drogas. Ensayos cualitativos generales.

IV. Valoración de principios activos.

V.- BIBLIOGRAFÍA

- BLUMENTHAL M, GOLDBERG A, BRINCKMANN J. (2000). Herbal Medicine. Expanded Commission E Monographs. American Botanical Council.
- BRUNETON, J.: "Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales" Ed. Acribia. Zaragoza. 2001.
- CASTILLO GARCIA, E, MARTINEZ SOLÍS I. Manual de Fitoterapia. Masson, S.A., 2007
- DEUSTCHMANN F, HOHMANN B, SPRECHER E, STAHL E. Pharmazeutische Biologie. Drogenanalyse I : Morphologie und Anatomie. Ed. Fischer Verlag, 1992.
- ESCOP Monographs. The European Scientific Cooperative on Phytoterapy 2ª ed. Thieme. 2003, supplement 2009
- EVANS, W. C.: "Pharmacognosy". Ed. W B Saunders, 15 ed. Edimburgo. 2009
- EVANS, W. C. "Trease y Evans, Farmacognosia". Ed. Interamericana, 13 ed. Madrid, 1991.
- OMS directrices sobre buenas practicas Agrícolas y de recolección de plantas medicinales 2003
- PARIS, R.R., MOYSE, H. "Matière Médicale" Vol. I, II y III. Ed. Masson, Paris. 1976, 1981, 1971.
- REAL FARMACOPEA ESPAÑOLA
- WAGNER, H. Pharmazeutische Biologie. Drogen und ihre Inhaltsstoffe. Ed. Fischer Verlag, 1992.
- VILLAR, A. M. "Farmacognosia General". Ed. Síntesis. 1999.

VI.- COMPETENCIAS

BÁSICAS, GENERALES Y TRANSVERSALES

Todas las de la Titulación del Grado en Farmacia.

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.

CEQ1.- Identificar, diseñar, obtener, analizar y producir principios activos, fármacos y otros productos y materiales de interés sanitario.

CEQ9.- Conocer el origen, naturaleza, diseño, obtención, análisis y control de medicamentos y productos sanitarios.

CEB2.- Desarrollar habilidades relacionadas con el uso de los efectos beneficiosos de las plantas medicinales y comprender los riesgos sanitarios asociados con su mal uso.

CEB10.- Conocer las plantas medicinales: diversidad botánica, fisiología, uso y gestión.

CEM4.- Evaluar los efectos de sustancias con actividad farmacológica.

CEM12.- Conocer las propiedades y mecanismos de acción de los fármacos.

CEM21.- Adquirir habilidades necesarias para poder prestar consejo terapéutico en fitoterapia.

VII.- RESULTADOS DEL APRENDIZAJE

1. Capacidad para definir el significado y objetivos de la Farmacognosia
2. Capacidad de emplear correctamente los conceptos de planta medicinal, droga, principio activo, etc.
3. Capacidad de numerar y describir los factores que influyen en la identidad, calidad y cantidad de principios activos de los vegetales: condiciones y factores que influyen en el cultivo, recolección y conservación.
4. Habilidad para establecer y aplicar los procedimientos adecuados para el correcto control de identidad, calidad y normalización de materias primas vegetales (plantas, drogas, drogas producto, extractos, etc.)
5. Habilidad para caracterizar, valorar y clasificar los principales grupos de principios activos presentes en los vegetales, responsables de sus propiedades terapéuticas y de sus posibles efectos indeseables y/o su toxicidad.
6. Capacidad para utilizar de forma correcta las principales especies vegetales empleadas en la elaboración de medicamentos.
7. Capacidad para emplear adecuadamente especies vegetales que puedan ser de aplicación en diversas áreas industriales como productos sanitarios, perfumero-cosmética, dietética, etc.
8. Habilidad para desarrollar técnicas de aplicación práctica para el control de las materias primas de origen vegetal.
9. Capacidad para utilizar de forma racional las principales plantas medicinales y preparados con actividad terapéutica.

10. Destreza para manejar las bases de datos sobre información científica de plantas medicinales, nacionales e internacionales
11. Trabajo en equipo: capacidad crítica y autocrítica.
12. Aprendizaje autónomo: capacidad de organización, análisis y gestión de la información.

VIII.- HORAS DE TRABAJO POR ACTIVIDAD FORMATIVA

Actividades formativas	Metodología	Horas	ECTS	Relación con las competencias
Clase magistral	Explicación de fundamentos teóricos, haciendo uso de herramientas informáticas.	50	1,2	Competencias: CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-7
Clases prácticas en laboratorio	Aplicación a nivel experimental de los conocimientos adquiridos.	30	0,8	Competencias: CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 4-10
Seminarios	Presentación y discusión de casos prácticos. Exposiciones.	10	1,6	Competencias: CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-10
Aprendizaje virtual	Aprendizaje no presencial interactivo a través del campus virtual	5	0,2	Competencias CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-10

Tutorías	Orientación y resolución de dudas.	10	0,4	Competencias CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-10
Trabajo personal	Estudio. Búsqueda bibliográfica.	110	4,6	Competencias CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-10
Examen	Pruebas orales y escritas.	10	0,2	Competencias CEQ1, CEQ9,CEB2,CEB10, CEM4, CEM12, CEM21 Resultados de aprendizaje: 1-10

IX.- METODOLOGÍA

Las clases magistrales se impartirán al grupo completo de 75 alumnos, y en ellas se darán a conocer al alumno los contenidos fundamentales de la asignatura. Al comienzo de cada tema se expondrán claramente el programa y los objetivos principales del mismo. Al final del tema se hará un breve resumen de los conceptos más relevantes y se plantearán nuevos objetivos que permitirán interrelacionar contenidos ya estudiados con los del resto de la asignatura y otras asignaturas afines. Durante la exposición de contenidos se propondrán problemas que ejemplifiquen los conceptos desarrollados o que sirvan de introducción a nuevos contenidos. Para facilitar la labor de seguimiento por parte del alumno de las clases magistrales se le proporcionará el material docente necesario a través del Campus Virtual.

Los seminarios, consistirán en búsqueda de información y exposición de los diferentes temas propuestos por los profesores, relacionados con los contenidos desarrollados en las clases magistrales. Se llevarán a cabo mediante diferentes métodos: en algunos casos se propondrá al alumno la exposición en clase, debatiéndose sobre el procedimiento seguido, el resultado obtenido y su significado. En otros casos se discutirán los resultados de los alumnos en grupos reducidos y, posteriormente, se llevará a cabo su puesta en común.

Las clases prácticas en el laboratorio, impartidas a grupos de 12 alumnos, están orientadas a la aplicación de los conocimientos y a la realización por

parte del estudiante de las actividades prácticas que supongan la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos.

Como complemento al trabajo personal realizado por el alumno, y para potenciar el desarrollo del trabajo en grupo, se propondrá como actividad dirigida la **elaboración y presentación de trabajos** sobre los contenidos de la asignatura. Todo ello permitirá que el alumno ponga en práctica sus habilidades en la obtención de información y le permitirá desarrollar habilidades relacionadas con las tecnologías de la información.

Estarán disponibles tutorías para alumnos que de manera individual deseen resolver las dudas que surjan durante el estudio. Estas tutorías se realizarán de forma presencial en los horarios indicados por cada profesor y, excepcionalmente, de modo virtual.

Se utilizará el **Campus Virtual** para permitir una comunicación fluida entre profesores y alumnos y como instrumento para poner a disposición de los alumnos el material que se utilizará en las clases tanto teóricas como prácticas. Así mismo se empleará como procedimiento de comunicación entre profesor y alumno para el desarrollo de los seminarios. También podrá utilizarse como foro en el que se presenten algunos temas complementarios cuyo contenido, aunque importante en el conjunto de la materia, no se considere oportuno presentarlo en las clases presenciales.

X.- EVALUACIÓN

La asistencia a las actividades presenciales es obligatoria y la participación activa del alumno en todas las actividades docentes se valorará positivamente en la calificación final. Por ello, para superar la asignatura será necesario:

- Haber asistido al menos al 80% tanto de las clases magistrales y seminarios.
- Haber realizado las prácticas de laboratorio dentro de los grupos convocados durante el curso.
- Obtener una calificación igual o superior a cinco, en cada uno de los apartados valorativos: examen final escrito, prácticas y seminarios

La nota final se calculará de acuerdo con la relación porcentual siguiente:

- Seminarios y controles escritos 10%
- Prácticas de laboratorio 20%
- Examen final escrito 70%