

Corso di studio: 7016 - FARMACIA
672 - BOTANICA FARMACEUTICA - PHARMACEUTICAL BOTANY
CFU 7

LEZIONI: ore 30 (CFU 5).

LEZIONI TEORICO-PRATICHE: ORE 12 (CFU 1).

ESERCITAZIONI IN LABORATORIO: ore 12 (CFU 1).

	<i>italiano</i>	<i>inglese</i>
DENOMINAZIONE INSEGNAMENTO	BOTANICA FARMACEUTICA	PHARMACEUTICAL BOTANY
Lingua Insegnamento	ITALIANO	ITALIAN
Obiettivi formativi	L'insegnamento si propone di fornire allo studente la conoscenza delle piante medicinali quali fonti di farmaci. <i>Conoscenza e capacità di comprensione</i> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà: • comprendere la struttura chimica e la biogenesi dei principali metaboliti speciali impiegati come farmaci; • conoscere le fasi essenziali del processo produttivo dei farmaci di origine vegetale e le metodologie analitiche impiegate per il loro controllo di qualità. <i>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</i> Al termine dell'insegnamento lo studente sarà in grado di: • identificare le principali piante medicinali e loro organi; • riconoscere i principali metaboliti secondari impiegati come farmaci; • eseguire il controllo di qualità e sicurezza di piante medicinali e officinali, loro organi e derivati in base alle metodologie analitiche previste dalla Farmacopea Europea nell'ambito della produzione industriale di farmaci di origine vegetale.	The course aim is to provide students with knowledge of medicinal plants as sources of drugs. <i>Knowledge and understanding</i> At the end of the course, students will be able to: • understand the chemical structure and biogenesis of the main special metabolites used as drugs; • know the essential steps in the production process of plant-based drugs and the analytical methodologies used for their quality control. <i>Ability to apply knowledge and understanding</i> At the end of the course, students will be able to: • identify the main medicinal plants and their organs; • acknowledge the main secondary metabolites used as drugs; • carry out quality and safety control of medicinal and officinal plants, their organs and derivatives, based on the analytical methodologies expected by the European Pharmacopoeia in the context of the industrial production of plant drugs.
Metodi Didattici	Lezioni. Lezioni teorico-pratiche finalizzate al " <i>problem solving</i> ". Esercitazioni in laboratorio individuali e in " <i>cooperative learning</i> ".	Lectures. Theoretical-practical lectures finalized at the " <i>problem solving</i> ". Exercises in laboratory individual and in " <i>cooperative learning</i> ".

	<u>Strumenti a supporto della didattica.</u> <u>Lezioni:</u> strumenti multimediali. <u>Lezioni teorico-pratiche ed esercitazioni in laboratorio:</u> strumentazione per l'analisi dei farmaci di origine vegetale in base alla Farmacopea Europea. La frequenza è obbligatoria come disciplinato dal Regolamento didattico del C.L.M. Sono consentite assenze per non più del 30% delle ore di didattica riservate alle esercitazioni individuali in laboratorio e non più del 50% delle ore di attività di didattica riservate a lezioni e lezioni teorico-pratiche. L'assolvimento dell'obbligo di frequenza costituisce requisito per l'ammissione all'esame di profitto. La frequenza è accertata mediante il sistema informatico di rilevazione delle presenze adottato dall'Ateneo.	<u>Didactic instruments.</u> <u>Lectures:</u> multimedia tools. <u>Theoretical-practical lectures and exercises in laboratory:</u> instrumentation for the analysis of plant drugs according to the European Pharmacopoeia. Attendance is mandatory as regulated by the C.L.M. rules. Absences are permitted for no more than 30% of the teaching hours reserved for individual laboratory exercises and no more than 50% of the teaching hours reserved for lectures and theoretical-practical lectures. Fulfillment of the attendance requirement is a prerequisite for admission to the final exam. Attendance is verified using the University's computerized attendance system.
Verifiche dell'apprendimento Campo su U-GOV: Modalità di verifica dell'apprendimento	Per essere ammesso all'esame il/la candidato/a deve aver conseguito l'attestazione di frequenza e aver superato l'esame propedeutico. L'esame, in forma orale, può a scelta del/la candidato/a essere sostenuto secondo la Modalità A o la Modalità B. L'esame secondo la Modalità A o la Modalità B sarà calendarizzato lo stesso giorno. Nel medesimo appello il/la candidato/a non può contemporaneamente iscriversi per sostenere l'esame secondo la Modalità A e la Modalità B. MODALITÀ A. L'esame, in forma orale, tenderà ad accertare le conoscenze e le competenze acquisite attraverso la trattazione di tre argomenti estratti a sorte dal/la candidato/a. La partecipazione attiva alle attività didattiche in laboratorio sarà tenuta in considerazione ai fini della valutazione. Elementi di valutazione: grado di competenze acquisite e capacità di comunicare efficacemente in modo chiaro, scientificamente corretto ed appropriato. La votazione è espressa in trentesimi.	To be admitted to the exam, the candidate must have the attendance certificate and passed the required exam. The oral exam can be taken according to either Mode A or Mode B, at the candidate's discretion. The Mode A or Mode B exam will be scheduled on the same day. The candidate cannot simultaneously register for Mode A and Mode B exams in the same exam appeal. Mode A. Oral exam able to verify the knowledge and competence acquired by the candidate through the explanation of three topics randomly selected. Active participation in didactic activities in the laboratory will be taken into consideration in order to evaluation. Evaluation elements: degree of competence achieved and ability to communicate effectively in a clear, scientifically correct and appropriate way. The vote is expressed in thirtieths.

	MODALITÀ B. L'esame, in forma orale, con le medesime finalità e criteri di valutazione della Modalità A, è articolato in: a) una prova parziale riguardante «<i>Le fonti vegetali di metaboliti secondari derivanti dalla via dei polichetidi, dalla via dell'isopentenil difosfato, dalla via dello shikimato e da vie biogenetiche miste</i>» attraverso la trattazione di due argomenti estratti a sorte dal/la candidato/a.; b) una prova finale riguardante «<i>Le fonti vegetali di alcaloidi, la produzione di farmaci da fonti vegetali e i metodi analitici riportati nella Farmacopea Europea per l'identificazione e il controllo di qualità delle droghe vegetali</i>» attraverso la trattazione di due argomenti estratti a sorte dal/la candidato/a. La votazione delle prove è espressa in trentesimi; i Crediti Formativi Universitari saranno acquisiti all'atto del superamento della prova finale con la votazione risultante dalla media aritmetica dei voti relativi alle due prove. La prova finale può essere sostenuta in un appello successivo del medesimo anno accademico in cui è stata superata la prova parziale; in caso di mancato superamento della prova finale entro tale termine il superamento della prova parziale cessa di avere efficacia, e, pertanto, la prova parziale non sarà calendarizzata nella sessione straordinaria. Prova parziale e prova finale saranno calendarizzate lo stesso giorno, nel quale il candidato può sostenere la prova parziale o la prova finale ma non entrambe le prove. Il/la candidato/a che abbia superato la prova parziale può sostenere negli appelli successivi del medesimo anno accademico la prova finale o l'esame secondo la modalità A rinunciando alla votazione conseguita nella prova parziale.	Mode B. The oral exam, with the same objectives and assessment criteria as Mode A, is divided into: a) a partial exam on «<i>Plant sources of secondary metabolites deriving from the polyketide pathway, the isopentenyl diphosphate pathway, the shikimate pathway, and mixed biogenetic pathways</i>» through the explanation of two topics randomly selected by the candidate; b) a final exam on «<i>Plant sources of alkaloids, the drugs production by vegetable sources and the analytical methods reported in the European Pharmacopoeia for the identification and quality control of plant drugs</i>» through the explanation of two topics randomly selected by the candidate. The votes are expressed in thirtieths; University Credits will be earned upon passing the final exam with the vote resulting from the arithmetic mean of the votes for the two exams. The final exam may be taken in a subsequent session of the same academic year in which the partial exam was passed. Failure to pass the final exam by this deadline will invalidate the partial exam, and therefore the partial exam will not be scheduled for the special session. The partial exam and the final exam will be scheduled on the same day, on which the candidate may take either the partial exam or the final exam, but not both. Candidates who pass the partial exam may take the final exam or the exam according to Mode A in subsequent sessions of the same academic year, forfeiting the grade obtained in the partial exam.
Programma del corso Campo su U-GOV: CONTENUTI	IL FARMACO NATURALE. Le piante quali fonti rinnovabili di farmaci di origine naturale. Piante medicinali e piante officinali.	NATURAL DRUG. Plant as renewable sources of natural drugs. Medicinal and officinal plants. Taxonomic systems:

I sistemi tassonomici: taxa e nomenclatura. Anche dati inerenti i farmaci di origine naturale e le piante medicinali. Il farmaco naturale nella medicina ufficiale e nelle medicine non convenzionali.

PRODUZIONE DI FARMACI DA FONTI VEGETALI. Selezione, propagazione, coltivazione, raccolta, trasformazione e conservazione di piante medicinali ed officinali. Principali tecniche relative alla produzione *in vitro* di metaboliti secondari di interesse farmaceutico. Metodologie di estrazione di molecole farmacologicamente attive da piante medicinali.

PRINCIPALI CLASSI DI FARMACI DI ORIGINE VEGETALE.

METABOLITI SECONDARI DERIVANTI DALLA VIA DEI POLICHETIDI. Glicosidi di derivati antracenici. Naftodiantroni. Aflatossine. **METABOLITI SECONDARI DERIVANTI DALLA VIA DELL'ISOPENETENIL DIFOSFATO.** Terpenoidi: monoterpeni, iridoidi, sesquiterpeni, diterpeni, triterpeni, steroidi, glicosidi steroidici cardioattivi, tertraterpeni. **METABOLITI SECONDARI DERIVANTI DALLA VIA DELLO SHIKIMATO.** Acido gallico e tannini. Fenilpropanoidi. Cumarine. **METABOLITI SECONDARI DERIVANTI DA VIE BIOGENETICHE MISTE.** Furanocumarine. Flavonoidi. Stilbeni. Stilipirone. Cannabinoidi.

ALCALOIDI DERIVANTI DALL'ORNITINA, DALLA LISINA, DALL'ACIDO NICOTINICO, DALLA TIROSINA, DAL TRIPTOFANO, DALL'ACIDO ANTRANILICO, DALL'ISTIDINA, DA REAZIONI DI AMMINAZIONE.

FONTI DEI PRINCIPALI FARMACI DI ORIGINE VEGETALE.

MYCOTA. ASCOMYCETES. Trichocomaceae: *Aspergillus* sp.; Clavicipetaceae: *Claviceps purpurea*. BASIDIOMYCETES. Tricholomataceae: *Clitocybe* sp.; Strophariaceae: *Psilocybe* sp., *Stropharia* sp., *Conocybe* sp., *Inocybe* sp.

SPERMATOPHYTA.

taxa and nomenclature. Databases of natural drugs and medicinal plants. Natural drugs in official medicine and non-conventional medicine.

DRUGS PRODUCTION BY VEGETABLE SOURCES. Selection, propagation, cultivation, collection, transformation and conservation of medicinal and officinal plants. Main methodologies for *in vitro* production of biologically active secondary metabolites. Extraction methodologies of pharmacologically active molecules from medicinal plants.

MAIN CLASSES OF NATURAL DRUGS.

SECONDARY METABOLITES DERIVING FROM THE POLYKETIDE PATHWAY. Anthraquinone derivatives. Naphthodianthrones. Aflatoxins.

SECONDARY METABOLITES DERIVING FROM THE ISOPENTENYL DIPHOSPHATE PATHWAY. Terpenoids: monoterpenes, iridoids, sesquiterpenes, diterpenes, triterpenes, steroids, cardioactive glycosides, tetraterpenes.

SECONDARY METABOLITES DERIVING FROM THE SHIKIMATE PATHWAY. Shikimate biosynthesis. Gallic acid and tannins. Phenylpropanoids.

SECONDARY METABOLITES DERIVING FROM MIXED BIOGENETIC PATHWAYS. Furanocoumarins. Flavonoids, Stilbenes. Styrylpyrones. Cannabionoids.

ALKALOIDS DERIVING FROM ORNITHINE, FROM LYSINE, FROM NICOTINIC ACID, FROM TYROSINE, FROM TRYPTOPHAN, FROM ANTHRANILIC ACID, FROM HISTIDINE, BY AMINATION REACTIONS.

MAIN SOURCES OF NATURAL DRUGS.

MYCOTA. ASCOMYCETES. Trichocomaceae: *Aspergillus* sp.; Clavicipetaceae: *Claviceps purpurea*. BASIDIOMYCETES. Tri-

GYMNOSPERMAE. Ginkgoaceae: *Ginkgo biloba*; Taxaceae: *Taxus* sp.; Ephedraceae: *Ephedra* sp.

ANGIOSPERMAE O MAGNOLIOPHYTA.

MAGNOLIOPSIDA. Schisandraceae: *Illicium* sp.; Monimiaceae: *Peumus boldus* ; Piperaceae: *Piper* sp.; Ranunculaceae: *Aconitum napellus*, *Hydrastis canadensis*; Berberidaceae: *Podophyllum peltatum*; Menispermaceae: *Chondrodendron tomentosum*; Papaveraceae: *Eschscholzia californica*, *Fumaria officinalis*, *Papaver* sp.; Hamamelidaceae: *Hamamelis virginiana*; Cannabaceae: *Cannabis sativa*; Cactaceae: *Lophophora williamsii*; Polygonaceae: *Rheum* sp.; Theaceae: *Camellia* sp.; Hypericaceae: *Hypericum perforatum*; Malvaceae: *Cola* sp., *Theobroma cacao*; Caricaceae: *Carica papaya*; Quillajaceae: *Quillaja saponaria*; Fabaceae: *Astragalus gummifer*, *Glycine* sp., *Myroxylon* sp., *Ononis spinosa*, *Physostigma venenosum*; *Senegalia senegal*, *Senna alexandrina*. Myrtaceae: *Eucalyptus globulus*; Nyssaceae: *Camptotheca acuminata*; Euphorbiaceae: *Manihot esculenta*, *Ricinus communis*; Rhamnaceae: *Frangula* sp.; Erythroxylaceae: *Erythroxylum coca*; Sapindaceae: *Aesculus hippocastanum*; Burseraceae: *Boswellia* sp., *Commiphora* sp.; Rutaceae: *Citrus* sp., *Pilocarpus* sp.; Araliaceae: *Panax* sp.; Apiaceae: *Ammi* sp., *Pimpinella anisum*; Loganiaceae: *Strychnos* sp.; Gentianaceae: *Gentiana* sp.; Apocynaceae: *Catharanthus roseus*, *Rauvolfia* sp., *Strophanthus* sp, *Tabernanthe iboga*; Solanaceae: *Atropa bella-donna*, *Capsicum* sp., *Datura* sp., *Hyoscyamus* sp.; Lamiaceae: *Salvia* sp.; Oleaceae: *Fraxinus* sp.; Plantaginaceae: *Digitalis* sp.; Pedaliaceae: *Harpagophytum procumbens*; Rubiaceae: *Carapichea ipecacuanha*, *Cinchona* sp., *Coffea* sp., *Corynanthe johimbe*, *Mitragyna speciosa*; Caprifoliaceae: *Valeriana* sp.;

cholomataceae: *Clitocybe* sp.; Strophariaceae: *Psilocybe* sp., *Stropharia* sp., *Conocybe* sp., *Inocybe* sp.

SPERMATOPHYTA.

GYMNOSPERMAE. Ginkgoaceae: *Ginkgo biloba*; Taxaceae: *Taxus* sp.; Ephedraceae: *Ephedra* sp.

ANGIOSPERMAE O MAGNOLIOPHYTA.

MAGNOLIOPSIDA. Schisandraceae: *Illicium* sp.; Monimiaceae: *Peumus boldus* ; Piperaceae: *Piper* sp.; Ranunculaceae: *Aconitum napellus*, *Hydrastis canadensis*; Berberidaceae: *Podophyllum peltatum*; Menispermaceae: *Chondrodendron tomentosum*; Papaveraceae: *Eschscholzia californica*, *Fumaria officinalis*, *Papaver* sp.; Hamamelidaceae: *Hamamelis virginiana*; Cannabaceae: *Cannabis sativa*; Cactaceae: *Lophophora williamsii*; Polygonaceae: *Rheum* sp.; Theaceae: *Camellia* sp.; Hypericaceae: *Hypericum perforatum*; Malvaceae: *Cola* sp., *Theobroma cacao*; Caricaceae: *Carica papaya*; Quillajaceae: *Quillaja saponaria*; Fabaceae: *Astragalus gummifer*, *Glycine* sp., *Myroxylon* sp., *Ononis spinosa*, *Physostigma venenosum*; *Senegalia senegal*, *Senna alexandrina*. Myrtaceae: *Eucalyptus globulus*; Nyssaceae: *Camptotheca acuminata*; Euphorbiaceae: *Manihot esculenta*, *Ricinus communis*; Rhamnaceae: *Frangula* sp.; Erythroxylaceae: *Erythroxylum coca*; Sapindaceae: *Aesculus hippocastanum*; Burseraceae: *Boswellia* sp., *Commiphora* sp.; Rutaceae: *Citrus* sp., *Pilocarpus* sp.; Araliaceae: *Panax* sp.; Apiaceae: *Ammi* sp., *Pimpinella anisum*; Loganiaceae: *Strychnos* sp.; Gentianaceae: *Gentiana* sp.; Apocynaceae: *Catharanthus roseus*, *Rauvolfia* sp., *Strophanthus* sp, *Tabernanthe iboga*; Solanaceae: *Atropa bella-donna*, *Capsicum* sp., *Datura* sp., *Hyoscyamus* sp.; Lamiaceae: *Salvia* sp.; Oleaceae: *Fraxinus* sp.; Plantaginaceae: *Digitalis* sp.; Pedaliaceae: *Har-*

	Asteraceae: <i>Artemisia</i> sp., <i>Chamaemelum nobile</i>, <i>Matricaria chamomilla</i>. <u>LILIOPSIDA</u>. Dioscoreaceae: <i>Dioscorea</i> sp.; Asparagaceae: <i>Squilla maritima</i>; Amaryllidaceae: <i>Galanthus nivalis</i>; Asphodelaceae: <i>Aloë</i> sp.; Iridaceae: <i>Crocus sativus</i>; Colchicaceae: <i>Colchicum autumnale</i>; Arecaceae: <i>Areca catechu</i>, <i>Cocos nucifera</i>; Poaceae: <i>Zea mays</i>. METODI ANALITICI RIPORTATI NELLA FARMACOPEA EUROPEA PER L'IDENTIFICAZIONE ED IL CONTROLLO DI QUALITÀ DI DROGHE VEGETALI.	<i>pagophytum procumbens</i>; Rubiaceae: <i>Carapichea ipecacuanha</i>, <i>Cinchona</i> sp., <i>Coffea</i> sp., <i>Corynanthe johimbe</i>, <i>Mitragyna speciosa</i>; Caprifoliaceae: <i>Valeriana</i> sp.; Asteraceae: <i>Artemisia</i> sp., <i>Chamaemelum nobile</i>, <i>Matricaria chamomilla</i>. <u>LILIOPSIDA</u>. Dioscoreaceae: <i>Dioscorea</i> sp.; Asparagaceae: <i>Squilla maritima</i>; Amaryllidaceae: <i>Galanthus nivalis</i>; Asphodelaceae: <i>Aloë</i> sp.; Iridaceae: <i>Crocus sativus</i>; Colchicaceae: <i>Colchicum autumnale</i>; Arecaceae: <i>Areca catechu</i>, <i>Cocos nucifera</i>; Poaceae: <i>Zea mays</i>. ANALYTICAL METHODS REPORTED IN THE EUROPEAN PHARMACOPOEIA FOR THE IDENTIFICATION AND QUALITY CONTROL OF PLANT DRUGS.
Testi di Riferimento	A. RAPISARDA – Biologia delle piante medicinali. 2021. UTET Università, Torino. E. MAUGINI, L. MALECI BINI, M. MARIOTTI LIPPI – Manuale di Botanica farmaceutica. IX ed. 2014. Piccin, Padova. EUROPEAN PHARMACOPOEIA XII Ed.	A. RAPISARDA – Biologia delle piante medicinali. 2021. UTET Università, Torino. E. MAUGINI, L. MALECI BINI, M. MARIOTTI LIPPI – Manuale di Botanica farmaceutica. IX ed. 2014. Piccin, Padova. EUROPEAN PHARMACOPOEIA XII Ed.
Altre informazioni	Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs – Agenda ONU 2030): SDG 3 – Salute e benessere	Sustainable Development Goals (SDGs – ONU Agenda 2030): SDG 3 – Good Health and Well-Being