

**Toxicologia**

Codi: 102796  
Crèdits: 6

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2501915 Ciències Ambientals	OT	4	0

**Professor de contacte**

Nom: Raimon Guitart Bas

Correu electrònic: Raimon.Guitart@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Mercè Llugany Ollé

Núria Giménez Gómez

**Prerequisits**

Convindria haver assolit uns coneixements suficients de Física, Química, Matemàtiques, Biologia (Bioquímica, Fisiologia i Genètica) i Ecologia. Un bon nivell d'anglès i capacitat de lectura crítica d'informació toxicològica (sobretot llibres i articles de revisió), per a confrontar i ampliar dades, són també recomanables.

**Objectius**

Proporcionar els coneixements bàsics del què és la Toxicologia en l'actualitat, tant pel que fa als conceptes més bàsics (Toxicologia Experimental, Toxicologia Analítica, Toxicologia Reguladora...) com els més concrets referits a agents tòxics, verins i contaminants, posant especial èmfasi en l'enfoc ambiental (Toxicologia del Medi Ambient i Ecotoxicologia), i en particular a l'impacte dels principals contaminants i tòxics en els animals (incloent-hi els humans) i en les plantes.

**Competències**

- Analitzar i utilitzar la informació de manera crítica.
- Aplicar amb rapidesa els coneixements i habilitats en els diferents camps involucrats en la problemàtica ambiental, i aportar-hi propostes innovadores.
- Aprendre i aplicar els coneixements adquirits a la pràctica i a la resolució de problemes.
- Demostrar iniciativa i adaptar-se a problemes i situacions nous.
- Demostrar interès per la qualitat i la praxi de la qualitat.
- Demostrar un coneixement adequat i utilitzar les eines i els conceptes de les disciplines científiques més rellevants en medi ambient.
- Recollir, analitzar i representar dades i observacions, tant quantitatives com qualitatives, utilitzant de forma segura les tècniques adequades d'aula, de camp i de laboratori.

- Transmetre adequadament la informació, de forma verbal, escrita i gràfica, i utilitzant les noves tecnologies de comunicació i informació.
- Treballar amb autonomia.
- Treballar en equip desenvolupant els valors personals quant al tracte social i al treball en grup.

## Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar i utilitzar la informació de manera crítica.
2. Aprendre i aplicar els coneixements adquirits a la pràctica i a la resolució de problemes.
3. Demostrar iniciativa i adaptar-se a problemes i situacions nous.
4. Demostrar interès per la qualitat i la praxi de la qualitat.
5. Descriure, analitzar i avaluar el medi natural.
6. Descriure els fonaments de la toxicologia vegetal i animal.
7. Diagnosticar i solucionar problemes ambientals pel que fa al medi biològic.
8. Identificar els organismes i els processos biològics en l'entorn mediambiental i valorar-los adequadament i originalment.
9. Identificar i utilitzar bioindicadors.
10. Interpretar el paisatge vegetal.
11. Mostrejar, caracteritzar i manipular espècimens, poblacions i comunitats.
12. Observar, reconèixer, analitzar, mesurar i representar adequadament i de manera segura organismes i processos biològics.
13. Participar en avaluacions ambientals pel que fa al medi biològic.
14. Transmetre adequadament la informació, de forma verbal, escrita i gràfica, i utilitzant les noves tecnologies de comunicació i informació.
15. Treballar amb autonomia.
16. Treballar en equip desenvolupant els valors personals quant al tracte social i al treball en grup.

## Continguts

### TEORIA

#### SECCIÓ A: TOXICOLOGIA GENERAL

**TEMA 1.- INTRODUCCIÓ A LA TOXICOLOGIA HUMANA I ANIMAL.-** Definició i concepte actual de Toxicologia. Tot és tòxic..., i res no és tòxic. Origen i evolució històrica de la Toxicologia: Paracels i Orfila. Les catàstrofes tòxiques. Terminologia toxicològica bàsica. Agents genotòxics. Carcinogènesi. Teratogènia. Branques de la Toxicologia: mèdica, analítica, experimental, ambiental i reguladora. Classificació dels tòxics.

**TEMA 2.- TOXICOLOGIA EXPERIMENTAL.** Principis generals. Càlculs en Toxicologia. Avaluació de la toxicitat. QSAR i estudis retrospectius. Assaigs de toxicitat aguda, prolongada i crònica. Animals d'experimentació. GLP i GMP. Proves especials: reproducció, teratogènia, mutagenicitat, carcinogènesi. Toxicitat in vitro. Factors de seguretat. Dosi letal i concentració letal. Pictogrames. Declaracions de perill i de precaució. NOEL i NOAEL, NOEC i NOAEC. ADI i TLV. PEC i PNEC.

**TEMA 3.- CINÈTICA I METABOLISME DELS TÒXICS.** Introducció general. Vies d'entrada i absorció dels tòxics. Distribució. Metabolisme dels xenobiòtics. Síntesi letal (bioactivació). Eliminació. Concepte de vida mitjana biològica.

**TEMA 4.- TOXICOLOGIA AMBIENTAL I ECOTOXICOLOGIA.** Conceptes generals. Toxicologia Ambiental i Ecotoxicologia. Els éssers vius i la contaminació. Xarxes tròfiques. Espècies sentinelles. Biomarcadors en Toxicologia Ambiental. Stress ambiental. Bioacumulació, bioconcentració i biomagnificació. El cas del p,p'-DDT. Rachel Carson i Silent Spring. El plumbisme en aus aquàtiques i en rapinyaires. Marees negres i ocells petrollejats.

**TEMA 5.- DIAGNÒSTIC DE LES INTOXICACIONS.** Causes habituals d'intoxicació. Intoxicacions més freqüents: dades toxicoepidemiològiques. Generalitats del protocol diagnòstic. Història clínica. Síntomes i signes clínics. Exàmens post-mortem. Toxicologia analítica. Els centres Anti-Poison. El projecte Antídote. L' Instituto Nacional de Toxicología.

**TEMA 6.- TOXICOLOGIA MÈDICA.** Pautes generals de tractament d'un animal intoxicat. Eliminació de la font del tòxic. Mesures per evitar l'absorció del tòxic. Tractament simptomàtic. Tractament antidòtic. Introducció als antidòts. Classificació dels antidòts. Principals mecanismes d'acció dels antidòts.

**TEMA 7.- INTRODUCCIÓ A LA TOXICOLOGIA VEGETAL.** Particularitats de la forma de vida de les plantes i les seves conseqüències. Concepte de toxicologia vegetal. Relacions concentració-efecte. Vies d'entrada i mecanismes de transport de substàncies xenobiòtiques a les plantes. Mecanismes generals de toxicitat; senescència i mort. Espècies reactives d'oxigen.

### **SECCIÓ B: AGENTS TÒXICS (ANIMALS)**

**TEMA 8.- GASOS TÒXICS.** Gasos asfixiants simples. CFC. Fluor. Clor. Sulfur d'hidrogen. Monòxid de carboni. Diòxid de carboni. Òxids de nitrogen i de sofre. Amoníac. Àcid cianhídric, cianur. Àcids i bases diversos.

**TEMA 9.- NO METALLS I METALLS.** Fluorurs. Fòsfor blanc. Arsènic trivalent. Alumini i aigües àcides. Cadmi i síndrome d'Itai-Itai. Estany. Tributíl-estany. Mercuri. Metilmercuri i Minamata. Tal·li. Plom. Tetraetil de plom.

**TEMA 10.- RADIACIONS IONITZANTS.** Introducció. Raigs X i gamma. Raigs alfa i beta. Radó. Txernòbil i Fukushima. Bombes A i H. Estronci-90, cesi-137 i iode-131.

**TEMA 11.- PLAGUICIDES.** Introducció al món dels plaguicides. Fungicides: derivats de l'àcid ditiocarbàmic, pentaclorofenol i altres clorofenols, hexaclorobenzè. Insecticides: piretrines i piretroides, insecticides organoclorats, insecticides organofosforats i carbàmics. Neurotoxicitat retardada (OPIDN). Rodenticides: estriquina; warfarina i altres anticoagulants.

**TEMA 12.- TÒXICS DIVERSOS.** Amines heterocícliques aromàtiques. Metanol. Etilenglicol. VOCs. Bifenils policlorats i polibromats. Dibenzo-p-dioxines i dibenzofurans policlorats. Difenilèters polibromats. TEF i TEQ. Detergents. Antiinflamatoris no esteroidals: diclofenac i voltors.

### **SECCIÓ C: AGENTS TÒXICS (VEGETALS)**

**TEMA 13.- AGENTS TÒXICS QUÍMICS.** Fitotoxicitat per metalls pesants i metal·loides. Efectes fisiològics de la sobrefertilització. Herbicides. Contaminants atmosfèrics. Partícules: ciment, pols industrial. Gasos: SO<sub>2</sub>, NOx, O<sub>3</sub>, PAN. Pluja àcida. Contaminació en plantes aquàtiques; eutrofització i detergents.

**TEMA 14.- AGENTS TÒXICS BIOLÒGICS.** Bacteris productors de toxines. Botulisme. Intoxicacions produïdes per cianobacteris. Micotoxines i micotoxicosis. Bolets tòxics. Introducció als tòxics del Regne Vegetal. Toxines d'insectes i d'aràcnids. Toxines en mol·luscs i peixos.

**TEMA 15.- APLICACIONS PRÀCTIQUES DE LES PLANTES.** Bioindicadors. Desenvolupament i utilització de plantes tolerants. Test de toxicitat. Bioremediació.

## **PRÀCTIQUES DE LABORATORI**

(part Toxicologia humana i animal)

1 sessió de 4 h

1. Determinació per tècniques espectrofotomètriques de l'activitat acetilcolinesteràsica cerebral.
2. Preparació (clean-up) de mostres biològiques per anàlisi de POP plaguicides i POP industrials tipus PCB mitjançant cromatografia de gasos.

(part Toxicologia vegetal)

4 sessions de 4 h

1. Visualització de la toxicitat per agents químics mitjançant tinció vital.
2. Assaig de fitotoxicitat mitjançant l'elongació radicular a *Zea mays*.

3. Estudi dels efectes de radiació UV d'alta i baixa intensitat en els continguts de pigments liposolubles.
4. Determinació de la sobrefertilització en nitrats.
5. Estudi de l'efecte al·lelopàtic d'un oli essencial sobre la germinació mitjançant bioassaig.
6. Acció dels herbicides: determinació de proteïnes.

## Metodologia

**Teoria:** El professor explicarà gran part del contingut del temari amb el suport de material visual que estarà a disposició dels estudiants al Campus Virtual (CV) de l'assignatura amb antelació suficient. Per poder seguir bé les explicacions, els estudiants han de portar aquest material a classe com a guió. Aquestes sessions magistrals tractaran de les parts principals de l'assignatura, que hauran de ser ampliades i confrontades de manera autònoma per part dels alumnes com a feina personal. El professor indicarà quins temes s'han d'estudiar d'aquesta manera més profunda i el material docent que caldrà fer servir, que bàsicament consistiran en llibres i en articles de revisió. Es promourà la participació activa de tots els alumnes durant la resolució/discussió dels temes/situacions/problemes/casos que es puguin presentar.

**Pràctiques de laboratori:** Sessions de pràctiques per l'observació i realització de procediments, metodologies i tècniques que s'utilitzen en l'estudi de tòxics. S'hi promou el treball en grup i l'autoaprenentatge actiu.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes teòriques	30	1,2	2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15
Pràctiques de Laboratori	20	0,8	2, 3, 4, 7, 11, 16
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Tutories presencials i virtuals	2	0,08	1, 2, 3, 7, 16
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi individual	69,5	2,78	3, 5, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15
Preparació i elaboració d'un treball escrit en format científic	25	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 13, 14, 15, 16
Resolució de problemes i casos plantejats a classe	2	0,08	3, 5, 6, 7, 9, 13, 15

## Avaluació

Les competències d'aquesta assignatura seran avaluades mitjançant:

- a) Un primer examen parcial a meitat de curs, on s'avaluaran els temes 1-6 i 8-12 de teoria. L'examen consistirà en 75 preguntes V/F, i 45 minuts de temps per a fer-lo (la rapidesa en contestar també es valora). Pes de la nota sobre el total final: 40 %.
- b) Un segon examen parcial a final de curs, on s'avaluaran els temes 7 i 13-15 de teoria amb aproximadament 45 preguntes V/F, més unes aproximadament 10-15 de les pràctiques, i unes aproximadament 15-20 referents als treballs científics vostres (treballs que es penjaran oportunament a Campus Virtual), amb un total de 75 preguntes i amb 45 minuts de temps per a fer-lo. Pes de la nota sobre el total final: 40 %.
- c) Elaboració d'un pòster científic, d'un resum escrit de ≈1.000 paraules (referències no incloses) i de 10 preguntes V/F sobre el mateix que serà preparat en grups de dos

alumnes (si el nombre de matriculats és igual o inferior a 14) o en grups de tres o més alumnes (si els matriculats són més de 14) al llarg del semestre, sobre un tema toxicològic a escollir, i que s'haurà d'enviar al professorat abans de final de curs. Durant la preparació d'aquest treball, es comptarà amb tutories individuals o en grup, presencials o virtuals, l'objectiu de les quals serà resoldre dubtes i orientar sobre la seva elaboració. Els horaris de les tutories es concretaran oportunament amb els professors. Pes de la nota sobre el total final: 20 % (10 % posada pel professor sobre la qualitat del treball, nota col·lectiva als integrants de cada treball, excepte que per escrit algun d'ells manifesti que no tots els membres han realitzat una feina equiparable i no hi ha hagut una bona capacitat de col·laborar en equip, 10 % a partir de les notes que vosaltres posareu als treballs dels vostres companys, segons sistema que s'especificarà oportunament, en que s'avaluarà la vostra capacitat crítica de valorar el treball dels altres).

Un alumne es considerarà com a "suspès" quan la valoració de les activitats d'avaluació realitzades no li permeti assolir una qualificació global igual o superior a 5,00. Quan l'alumne no es presenti a alguna de les activitats d'avaluació, aquesta puntuarà com a zero (0,00). Només es considerarà com a "no avaluable" final en el cas que l'alumne no comparegui a dues o més avaluacions. En aquesta assignatura es realitzarà examen final de recuperació, amb el requisit de que caldrà haver assistit a totes les pràctiques i haver aprovat el treball (pòster+resum+preguntes); aquest examen és només per alumnes suspesos, i no podrà ser utilitzat per a millorar una nota que ja sigui igual o superior a 5,00. Aquest examen final de recuperació serà sobre la totalitat de l'assignatura (no sobre parcials), i consistirà en 80 preguntes V/F (unes 40 de la part de Toxicologia Animal, unes 25 de la de Vegetal i unes 15 de pràctiques i de treballs), amb 48 minuts per a fer-lo. La nota final sortirà de la mitjana ponderada d'aquest examen (80 %) i del treball (20 %).

### Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Elaboració i redacció treball científic	20	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 16
Primer parcial	40	0,75	0,03	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 15
Segon parcial	40	0,75	0,03	1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 15

### Bibliografia

AMIARD-TRIQUET C, AMIARD JC, RAINBOW PS (eds.). Ecological Biomarkers: Indicators of Ecotoxicological Effects. CRC Press, 2016.

CROSBY DG. Environmental Toxicology and Chemistry. Oxford University Press, 1998.

EMSLEY J. The Elements of Murder: A History of Poison. Oxford University Press, 2006.

GUITART R. Tòxics, Verins, Drogues i Contaminants, Volums I-II-III. Servei Publicacions UAB, 2008-2009.

GUITART R. Tóxicos: Los Enemigos de la Vida. Edicions UAB, 2014.

GUPTA RC. Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles. Academic Press, 2018.

HOCK B, ELSTNER EF. Plant Toxicology. Marcel Dekker, 2004.

HODGSON E. A Textbook of Modern Toxicology. Wiley, 2010.

JORGENSEN SE (ed.). Ecotoxicology. Academic Press, 2010.

KLAASSEN CD, WATKINS JB (eds.). Casarett & Doull's Essentials of Toxicology. McGraw-Hill, 2015.

LANDIS WG, YU MH. Introduction to Environmental Toxicology: Impacts of Chemicals upon Ecological Systems. Lewis Publishers, 2003.

MANAHAN SE. Toxicological Chemistry and Biochemistry. Lewis, 2002.

MARQUARDT H. Toxicology. Academic Press, 1999.

NEWMAN MC, CLEMENTS WH. Ecotoxicology: A Comprehensive Treatment. CRC Press, 2007.

NEWMAN MC, UNGER MA. Fundamentals of Ecotoxicology. Lewis, 2002.

PLUMLEE KH. Clinical Veterinary Toxicology. Mosby, 2004.

RATHORE HS, NOLLET LML (eds.). Pesticides: Evaluation of Environmental Pollution. CRC Press, 2012.

REIGOSA JM, PEDROL N, SÁNCHEZ A. La Ecofisiología Vegetal. Una Ciencia de Síntesis. Thomson, 2004.

REPETTO M, REPETTO G. Toxicología Fundamental. Díaz de Santos, 2009.

SHAW IC, CHADWICK J. Principles of Environmental Toxicology. Taylor & Francis, 1998.

TIMBRELL J. The Poison Paradox. Oxford University Press, 2005.

WALKER CH, SIBLY RM, HOPKIN SP, PEAKALL DB. Principles of Ecotoxicology. CRC Press, 2012.

WARING RH, STEVENTON GB, MITCHELL SC. Molecules of Death. Imperial College Press, 2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Diversos volums de la sèrie "Environmental Health Criteria", WHO.