

ASSIGNATURA:	Biotecnologia d'aigües i sòls. Bioremediació
CRÈDITS :	4 Obl/Opt
COORDINADORS DE L'ASSIGNATURA:	Amparo Cortés (Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia) Ricard Torres (Enginyeria Química) Magdalena Grifoll (Microbiologia)

1 OBJECTIUS I JUSTIFICACIÓ DE L'ASSIGNATURA

1.1 Justificació de l'assignatura

Aquesta assignatura dona una visió general de les tecnologies biològiques actuals pel tractament d'aigües residuals i per la descontaminació de sòls i aigües subterrànies. Es fa èmfasi en els diferents processos microbians de degradació de contaminants i de com poden contribuir al sanejament de determinats tipus d'aigües residuals o emplaçaments específics. La importància dels tractaments biològics dins les tecnologies de tractament d'aigües residuals es palesa, i la seva aplicació està en expansió degut a l'aplicació de les normatives europees. El tractament biològic de sòls contaminats és una alternativa atractiva als tractaments clàssics, al permetre la recuperació d'emplaçaments contaminats d'una manera sostenible i a costos econòmics i socials acceptables. La seva implantació requereix professionals amb un coneixement aprofundit dels processos implicats. Aquesta es dona una assignatura clau per postgraduats que vulguin desenvolupar la seva activitat professional dins la biotecnologia ambiental e integrar-se en equips interdisciplinaris de gestió ambiental.

1.2 Objectius :

Objectius generals i competències que l'alumne haurà d'haver assolit al finalitzar l'assignatura.

L'objectiu general de la assignatura és proporcionar unes bases sòlides en matèria de tecnologies biològiques de tractament d'aigües i sòls contaminats fent èmfasi en els processos biològics en que es basen. Els objectius específics son:

- Revisar les característiques físico-químiques dels contaminants que afecten la seva biodegradabilitat així com el paper del medi natural en que es troben.
- Descriure el coneixement actual dels processos de degradació/transformació de contaminants pels microorganismes i l'ambient que afavoreix aquests processos.
- Discutir els mètodes actuals per detectar i mesurar la contaminació, així com el progrés de les activitats de tractament i bioremediació.
- Presentar i descriure diferents tecnologies de tractament d'aigües residuals i de bioremediació de sòls, fent èmfasi en la aplicabilitat de les mateixes.
- Descriure els passos a seguir per la implantació de cadascuna de les tecnologies.
- Discutir casos reals de determinats emplaçaments o tipus d'aigües contaminades i el procediment de descontaminació que s'ha aplicat.

2 CONTINGUTS, TEMARI I PROFESSORS PARTICIPANTS

Aspectes generals

Tema 1. Contaminació química ambiental: Fonts, tipus i destí dels contaminants. Contaminants prioritaris. Polítiques de protecció de la qualitat d'aigües i sòls.

Tema 2. Aigües residuals. Origen i composició. Caracterització de les aigües residuals (T, pH, ST, DQO, DBO).

Tema 3. Sòls i aqüífers. Composició dels sòls. Sòls contaminats. Dinàmica dels contaminants als sòls. Importància del humus. Biodisponibilitat.

Tema 4. Monitoratge de la contaminació química. Mostratge i anàlisi. Biosensors. Criteris per una correcta avaluació. Ecotoxicitat: Biomarcadors i tests de toxicitat.

Biodegradació de xenobiòtics

Tema 5. Biodegradació de xenobiòtics en el medi ambient. Factors abiòtics i biòtics que afecten la biodegradació.

Tema 6. Biodegradació aeròbica. Microorganismes degradadors. Biodegradació bacteriana lligada al creixement. Degradació parcial i cometabolisme. Cooperació metabòlica.

Tema 7. Biodegradació dels components del petroli i del carbó. Biodegradació d'hidrocarburs alifàtics. Principis de la biodegradació dels hidrocarburs aromàtics. Capacitats degradatives dels fongs.

Tema 8. Biodegradació de benzè, toluè, etilbenzè i xilè (BTEX). Aspectes fisiològics i genètics de la degradació de toluè. Plasmidis TOL. Dioxigenases.

Tema 9. Biodegradació d'hidrocarburs aromàtics policíclics (HAPs). Biodisponibilitat. Rutes bacterianes pel metabolisme dels HAPs. Fisiologia i genètica. Cometabolisme. Oxidació de radicals per fongs ligninolítics.

Tema 10. Biodegradació anaeròbia de compostos no halogenats lligada a la respiració de nitrat, sulfat i CO₂.

Tema 11. Biodegradació de compostos orgànics halogenats: dissolvents clorats, clorbenzens, clorfenols, PCB's i dioxines. Explosius.

Tema 12. Biodegradació de tensioactius, polímers sintètics i productes farmacèutics.

Tractament biològic d'aigües residuals

Tema 13. Seqüència típica d'una planta de tractament d'aigües residuals. Procedència de l'aigua residual i modificacions del procés (urbanes, sucres, olis, lletera, destil·leries, ...).

Tema 14. Principis de la degradació aeròbica i anaeròbica. Consideracions per l'elecció d'un tractament aeròbic o anaeròbic. Biologia i cinètica d'hidròlisi. Balanços de matèria i energia.

Tema 15. Procés de fangs actius. Eliminació del carboni. Tecnologies pels sistemes aeròbics.

Tema 16. Sistemes anaeròbics. Cinètica i microorganismes involucrats. Biomassa lliure i biomassa immobilitzada. Tipus de suport. Competència entre els sulfat reductors i els metanògens. Posada en marxa.

Tema 17. Tecnologia per als sistemes anaeròbics. Llit fix. Llit fluiditzat.

Tema 18. Eliminació de nitrogen. Amonificació. Nitrificació. Desnitrificació. Sistemes combinats. Anammox. Eliminació de fòsfor.

Tractament biològic de sòls i aigües subterrànies

Tema 19. Bioremediació. Bioatenuació, bioestimulació i bioaugmentació. Caracterització de l'emplaçament. Estudis de laboratori: assaigs de tractabilitat. Tecnologies *in situ* i *ex situ*.

Tema 20. Bioremediació *in situ*. Tractament de la zona saturada. Circuits hidràulics i pous d'injecció. Requeriments i passos per la implantació. Operació i monitoratge.

Tema 21. Altres tractaments de la zona saturada: *Biosparging*, barreres reactives, i atenuació natural. Tractament de la zona no saturada: injecció d'aire (*bioventing*), aigua i nutrients.

Tema 22. Tractaments *ex situ*. Arada (*landfarming*). Biopiles estàtiques i dinàmiques. Bioreactors. Bioreactors de *slurries* i de matèria en estat sòlid.

Tema 23. Vessaments marins de petroli. El cas del Exxon Valdez. Avaluació dels tractaments de biorecuperació.

Tema 24. Bioaugment. Inòculs autòctons: Obtenció i producció. Soques constitutives i deficientes per adhesió. Microorganismes modificats genèticament.

Tema 25. Fitoremediació: rizofiltració, fitoestabilització, rizodegradació, fitodegradació, fitoextracció, i fitovolatització. Control hidràulic. Sistemes de coberta vegetal. Paper de les micorritzes.

Els temes s'impartiran en 28 hores de classes magistrals impartides pels següents professors: **Amparo Cortés** (Productes Naturals, Biologia Vegetal i Edafologia), 7 hores; **Magdalena Grifoll** (Microbiologia), 7 hores; **Ricard Torres** (Enginyeria Química), 7 hores; **Anna Maria Solanas** (Microbiologia, 7 hores).

Aquest mateix professorat estarà implicat en la coordinació de seminaris, així com en acompanyar als alumnes en les visites tècniques.

3 AVALUACIÓ

3.1 Criteris d'avaluació

Assimilació i comprensió dels continguts de l'assignatura així com adquisició de criteris relacionats amb els mateixos.

Participació en seminaris i visites.

3.2 Procediments de l'avaluació

Examen final (75 % de la nota)

Assistència a visites i presentació d'informe resumit sobre les mateixes (10% de la nota)

Preparació d'un seminari comú al mòdul (15% de la nota)

4 RECURSOS D'APRENTATGE I MÈTODES D' ENSENYAMENT

4.1 Ensenyament presencial

4.1.1 Classes teòriques

28 Classes magistrals de 50 minuts on s'impartiran els temes detallats en el programa. Els recursos emprats seran els habituals: presentacions en ordinador, transparències, pissarra. El professor dinamitzarà el grup per tal de fomentar l'anàlisi crític i la discussió dels continguts.

4.1.2 Ensenyament pràctic

3 Sessions d'un hora de seminaris impartits pels alumnes i coordinats amb les dues altres assignatures del mòdul (en total seran 9 seminaris de mòdul)

1 Visita tècnica comuna pel mòdul (Total 3 visites per mòdul)

4.2 Treball no presencial

4.2.1 Tasques a desenvolupar

Preparació d'un seminari sobre un cas pràctic relatiu a la temàtica del mòdul (15 hores)

Preparació d'un informe resumit sobre les visites tècniques (1 hora)

4.2.2 Estudi de l'alumne

Estudi del programa (50 hores)

5 BIBLIOGRAFIA

Atlas, R.M. and J. Philp. 2005. Bioremediation. ASM Press, Washington D

Agathos, S. N., and Reineke, W. (Eds). 2002. Biotechnology for the environment: Strategy and Fundamentals. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Alexander, M. 1999. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, San Diego, California.

Bordons, A. i Constantí, M. Introducció a la biotecnologia ambiental: solucions als problemes ambientals mitjançant sistemes biològics. Universitat Rovira i Virgili.

EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation. EPA/600/R-99/107. National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, OH.

Glazer, A. N. and Nikaido, H. 1995. Microbial Biotechnology. Freeman and Co., New York.

Jördening, HJ. And Winter, J. (Eds). 2004. Environmental Biotechnology: Concepts and Applications. WILEY-VCH Verlag GmbH & KGaA, Weinheim.

Klein, J. (Ed). 2000. Environmental Processes II: Soil Decontamination. Biotechnology, Vol. 11b. WILEY-VCH, Weinheim, Federal Republic of Germany.

Norris, Hinchee, Brown, McCarty, Semprini, Wilson, Kampbell, Reinhard, Bouwer, Borden, Vogel, Thomas, Ward. 1994. Handbook of Bioremediation. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Porta, J.; López-Acevedo, M.; Roquero, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Eiciones Mundi-Prensa. 3ª edición. Madrid.

Scragg, A. 2001. Biotecnologia medioambiental. Editorial Acribia, Zaragoza (Traducció a l'espanyol de la versió original editada en 1999).

Yaron, B.; Calvet, R.; Prost, R. 1996. Soil pollution. Processes and Dynamics. Springer. Berlin.

Young, L.Y, and Cerniglia, C.E. 1995. Microbial transformation and degradation of toxic organic chemicals. WILEY-LISS, New York.

<http://www.rtdf.org/public/phyto/phytobib/biba-b.html> Phytoremediation Bibliography .

http://www.itrcweb.org/gd_Phyto.asp Phytotechnologies Documents .

<http://umbbd.ahc.umn.edu/> University of Minnesota Biocatalysis/Biodegradation Database

<http://www.nalusda.gov/bic/Bioremed/bioremed.htm> Bioremediation Resources (U.S.D.A. site)

<http://www.clu-in.org/> EPA Hazardous Waste Clean-Up Information (CLU-IN)

<http://epareachit.org/> EPA Technology Innovation Office (REACH IT)

6 TUTORIES

Els professors dedicaran 2 hores a la setmana a consultes dels alumnes i faran un seguiment tant de l'assistència com de la preparació de seminaris.