

Laboratori integrat IV

Codi: 100977
Crèdits: 3

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500502 Microbiologia	OB	2	2

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Antonio Solé Cornellà
Correu electrònic: Antoni.Sole@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

Neus Ferrer Miralles
Concepció de Linares Fernandez
Ester Carreras Colom
Andreu Salvat Saladrigas
Núria Vigues Frantzen
Maria Constenla Matalobos

Prerequisits

S'aconsella als estudiants revisar els continguts científico-teòrics sobre els quals es basa aquesta assignatura.

Així mateix és convenient que aquesta assignatura es cursi simultàniament o amb posterioritat a la resta d'assignatures programades pel segon semestre del segon curs del Grau de Microbiologia. Igualment és recomanable haver cursat amb anterioritat els laboratoris integrats I i II programats en el primer i segon semestre del primer curs del Grau, respectivament, i el laboratori integrat III i Protistologia programats en el primer semestre del segon curs del Grau.

Per poder assistir a aquesta assignatura cal que l'estudiant justifiqui haver superat les proves de bioseguretat i de seguretat que trobarà en l'espai docent de l'assignatura en el Campus Virtual dins l'apartat: Seguretat als Laboratoris, i ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències.

Objectius

Es tracta d'una assignatura obligatòria, nuclear del Grau de Microbiologia, que introdueix als estudiants en l'ús d'un conjunt de tècniques microbiològiques per a l'estudi ecofisiològic *in situ* d'un ambient natural o artificial

determinat i en un laboratori de Microbiologia. Els coneixements assolits en aquesta assignatura permetran a l'estudiant adquirir les competències d'altres d'assignatures pràctiques o teòriques que conformen el Grau de Microbiologia i que estan programades per a ser cursades simultàniament o amb posterioritat a aquesta.

Els objectius formatius d'aquesta assignatura inclouen:

1. Estudiar i utilitzar diferents metodologies per a l'estudi ecofisiològic d'ecosistemes microbians.
2. Elaboració i anàlisi de models experimentals de laboratori.
3. Aplicació de tècniques d'aïllament i recompte, de determinació de biomassa, de mesures d'activitat i de producció primària.
4. Integració de metodologies per a la caracterització de les comunitats microbianes (procariotes i eucariotes) que formen part d'un ecosistema determinat.

Competències

- Aplicar els coneixements teòrics a la pràctica.
- Aplicar els principis sobre l'avaluació i la prevenció de riscos al laboratori i les regulacions sobre bioseguretat relatives als microorganismes i a la manipulació de diferents sistemes biològics.
- Aplicar les metodologies adequades per aïllar, analitzar, observar, cultivar, identificar i conservar microorganismes.
- Aplicar les metodologies adequades per prendre mostres, caracteritzar i manipular poblacions i comunitats microbianes en ecosistemes naturals i artificials, i establir les relacions entre elles i amb altres organismes.
- Caracteritzar els agents causals de malalties microbianes en l'home, en els animals i les plantes per diagnosticar-les i controlar-les, fer estudis epidemiològics i conèixer la problemàtica actual i les estratègies de lluita contra aquestes malalties.
- Identificar i resoldre problemes.
- Obténir, seleccionar i gestionar la informació.
- Saber comunicar oralment i per escrit.
- Saber treballar individualment, en grup, en equips de caràcter multidisciplinari i en un context internacional.
- Ser sensible a temes mediambientals, sanitaris i socials.
- Utilitzar bibliografia o eines d'Internet, específiques de microbiologia i d'altres ciències afins, tant en llengua anglesa com en la llengua pròpia.

Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar al laboratori els principis de l'avaluació i la prevenció de riscos.
2. Aplicar els coneixements teòrics a la pràctica.
3. Aplicar estratègies de selecció i enriquiment de diferents grups funcionals de microorganismes.
4. Aplicar estratègies i tècniques de mostreig apropiades per a diferents tipus d'ambient.
5. Aplicar mètodes de processament de les mostres per a l'anàlisi microbiològica posterior.
6. Aplicar procediments generals d'enriquiment i selecció de microorganismes.
7. Caracteritzar paràmetres ambientals i relacionar-los amb l'hàbitat dels diferents grups funcionals de microorganismes.
8. Crear microcosmos i reproduir al laboratori ambients naturals.
9. Determinar mitjançant mètodes microscòpics i de sembra la concentració microbiana en mostres diverses.
10. Identificar i resoldre problemes.
11. Interpretar imatges de microscòpia electrònica relacionades amb microorganismes.
12. Obténir, seleccionar i gestionar la informació.
13. Resoldre problemes bàsics de càlcul de microbiologia quantitativa.
14. Saber comunicar oralment i per escrit.
15. Saber treballar individualment, en grup, en equips de caràcter multidisciplinari i en un context internacional.
16. Ser sensible a temes mediambientals, sanitaris i socials.

17. Utilitzar bibliografia o eines d'Internet, específiques de microbiologia i d'altres ciències afins, tant en llengua anglesa com en la llengua pròpia.
18. Utilitzar diferents mètodes de caracterització de comunitats microbianes.
19. Utilitzar les metodologies adequades per determinar la concentració de virus en una mostra.
20. Utilitzar les tècniques de microscòpia electrònica per a visualitzar virus en una mostra.
21. Utilitzar tècniques avançades de sembra i cultiu de microorganismes.
22. Utilitzar tècniques convencionals per a la identificació de microorganismes.
23. Valorar i interpretar l'activitat microbiana en ambients naturals.

Continguts

L'assignatura s'organitzarà en tres mòduls, tal i com es detalla a continuació:

Mòdul 1: Bloc metodològic

3 sessions monogràfiques metodològiques d'una durada de tres hores cada sessió.

Mòdul 2: Caracterització de Models experimentals de laboratori

7 sessions dedicades a la caracterització dels microcosmos dissenyats en el mòdul anterior. Aquestes sessions es divideixen en 2 setmanes diferents on la primera es correspon amb 3 sessions d'una durada de tres hores i una sessió de quatre hores, i la segona setmana amb 2 sessions d'una durada de tres hores y 1 sessió de dues hores.

Mòdul 3: Estudi d'un ambient natural: Diversitat microbiana

Constarà d'una sortida de camp a un ambient natural determinat d'una durada aproximada de 8 hores. Posteriorment es realitzaran 2 sessions d'una durada de 3 hores, una de 2 hores i una de 4 hores, dedicades a l'anàlisi de la diversitat present en les mostres de camp.

Els continguts per sessió que s'impartiran en cadascun dels mòduls són els següent:

Mòdul 1: Bloc metodològic

Es pretén introduir a l'alumne en diferents metodologies per a l'estudi ecofisiològic d'ecosistemes microbians.

Sessió	Contingut
1	Avaluació de l'activitat microbiana: fotòtrofa i heteròtrofa. Mesures d'oxigen i sulfhídric inicial. Determinació de la biomassa microbiana: fotòtrofa (pigments) i total (DNA).
2	Determinació de la biomassa microbiana: fotòtrofa (pigments) i total (proteïnes). Confecció de models experimentals de laboratori (microcosmos).
3	Avaluació de l'activitat microbiana: fotòtrofa i heteròtrofa. Mesures d'oxigen i sulfhídric final. Producció primària en ambients planctònics.

Mòdul 2: Caracterització de models experimentals de laboratori

El propòsit d'aquest mòdul és fer una integració de diferents metodologies per a la caracterització de comunitats microbianes i mostrar la utilitat dels sistemes experimentals de laboratori en investigació.

Sessió	Contingut
1	Preparació de cultius d'enriquiment (líquids i sòlids) de bacteris fototròfs i heterotròfs aerobis i anaerobis. Cultius d'enriquiment de virus de procariotes. Sembra de viables de mostres d'aigua i sediment. Observació i descripció dels models experimentals.
2	Caracterització metabòlica del microcosmos (fonts de carboni, enzims). Observació d'enriquiments. Recompte de viables. Aïllament i quantificació de virus: Test de la gota. Aïllament i caracterització d'un microorganisme del microcosmos (Gram, sembres).
3	Caracterització metabòlica del microcosmos (lectura enzims). Quantificació dels virus: Titulació exacte. Aïllament i caracterització d'un bacteri del microcosmos (caracterització bioquímica i fisiològica). Extracció de DNA del microorganisme aïllat a partir dels microcosmos.
4	Identificació bioquímica del microorganisme aïllat. Caracterització metabòlica del microcosmos (lectura fonts de carboni). Extracció del DNA víric a partir dels microcosmos. Discussió dels resultats obtinguts.
5	Enriquiments (observació). Amplificació del DNA (gen del rRNA 16S i el DNA víric).
6	Enriquiments (observació). Preparació de l'enriquiment dels virus per TEM, gel PCR. Anàlisi dels resultats.
7	Preparació de les mostres per seqüenciar. Observació dels virus per TEM.

Mòdul 3: Estudi d'un ambient natural: Diversitat microbiana

Aquest mòdul té en compte els continguts dels mòduls realitzats anteriorment, de manera que tots els coneixements i habilitats assolides prèviament podran ser aplicades a l'estudi d'un ecosistema natural.

Sessió	Contingut
Sortida de camp	Tècniques limnològiques i de recollida de mostres diverses. Determinació de diferents paràmetres físics i químics.
1	Observació de protists fotosintetitzadors.
2	Observació de protists heteròtrofs.
3	Abundància de diferents grups bacterians mitjançant tècniques d'hibridació <i>in situ</i> amb sondes marcades amb fluorocroms. Gel d'agarosa per detecció de virus d'eucariotes. Detecció de virus d'eucariotes.
4	Observació de la diversitat microbiana per microscòpia làser confocal (CLSM). Anàlisi dels resultats. Discussió final.

*Llevat que les restriccions imposades per les autoritats sanitàries obliguin a una priorització o reducció d'aquests continguts.

Metodologia

Aquesta assignatura s'impartirà en tres grups reduïts d'alumnes (màxim 24 alumnes per sessió).

Per tal de poder adquirir les competències de l'assignatura l'assistència a les classes és obligatòria. Si un alumne, per causa justificada i imprevisible (com ara un problema de salut, defunció d'un familiar de fins a segon grau, accident, gaudir de la condició d'esportista d'elit i tenir una competició o activitat esportiva d'obligada assistència, etc) no ha pogut assistir a una/unes sessió/sessions de pràctiques, haurà d'anar a parlar amb el professor responsable i presentar-li el justificant corresponent el més aviat possible (certificat mèdic oficial en el qual es faci constar explícitament la incapacitat d'assistència a la/les sessió/sessions de pràctiques, atestat policial, justificació de l'organisme esportiu competent, etc.).

La sortida de camp que forma part del mòdul 3 es realitzarà conjuntament per a tots els grups de pràctiques. Per poder assistir a aquesta sortida cal que els alumnes entreguin, amb suficient antel·lació, al professorat una còpia impresa i signada del pdf generat conforme s'ha superat el Test de Seguretat corresponent a les Sortides de Fora del Campus.

Els estudiants disposaran d'un Manual de l'assignatura abans de l' inici de les sessions pràctiques. A cada sessió de pràctiques és obligatori que l'alumne/a porti la seva pròpia bata, ulleres de laboratori, retolador permanent, encenedor, calculadora i el Manual de l'assignatura el qual es trobarà disponible en el Campus Virtual o bé on li indiqui el professorat. També, i únicament durant el Mòdul 2, caldrà portar una llibreta tipus Miquelrius, Abacus o Oxford amb els fulls cosits, on cada alumne hi anotarà la informació indicada segons la guia de Característiques i Anotacions a les llibretes de laboratori que es podrà trobar en el Manual de l'assignatura i que els alumnes hauran de llegir abans de l'inici del Mòdul 2. Per a la realització de les pràctiques els alumnes treballaran en parelles i sota la supervisió del professor. A l'inici i/o durant cada sessió el professor farà breus explicacions teòriques del contingut de les pràctiques i de les experiències a realitzar per part dels alumnes, així com de les mesures de seguretat específiques i del tractament dels diferents residus químics i biològics generats.

Per a aconseguir un bon rendiment i adquirir les competències corresponents a aquesta assignatura és imprescindible que l'estudiant faci una lectura comprensiva del Manual de l'assignatura, familiaritzant-se amb les pràctiques que durà a terme a cada sessió, així com amb la metodologia que haurà d'aplicar en cada cas. Durant cada sessió de pràctiques, i sempre que el professor ho consideri necessari, aquest farà preguntes als alumnes en referència a la lectura prèvia del Manual.

*La metodologia docent proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes Pràctiques de Laboratori	42	1,68	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Presentació de l'assignatura	1	0,04	2, 12
Sortida de camp	8	0,32	2, 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23
Tipus: Supervisades			
Tutoria	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Tipus: Autònomes			
Estudi	10	0,4	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Lectura comprensiva del Manual de l'assignatura	6	0,24	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Redacció de la llibreta de laboratori	2	0,08	10, 12, 14
Resolució de problemes	2	0,08	2, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 23

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es farà per mòdul i de manera continuada. El pes de l'avaluació sobre la qualificació final de l'assignatura de cada mòdul és: Mòdul 1 un 25 %, Mòdul 2 un 40 % i el Mòdul 3 un 35 %. Per superar l'assignatura caldrà obtenir una qualificació de 5 o superior en cadascun dels mòduls pràctics per separat i en la nota final de l'assignatura.

L'avaluació de cada mòdul es realitzarà de la següent manera:

Mòdul 1: Bloc metodològic. Lliurament d'exercicis (5 %); Qüestionari individual amb preguntes tipus test (20 %).

Mòdul 2: Caracterització de models experimentals de laboratori. Lliurament d'exercicis (4 %); Lliurament de la llibreta de laboratori (8 %); Qüestionari individual amb preguntes tipus test (28 %).

Mòdul 3: Estudi d'un ambient natural: Diversitat microbiana. Aquest mòdul integrat està impartit per tres unitats docents: Microbiologia (M), Botànica (B) i Zoologia (Z). En aquest mòdul s'avaluarà: un examen *Visum* (14 %, B i Z); el lliurament d'un informe (3,5 %, M) i un qüestionari individual amb preguntes tipus test i/o preguntes curtes (17,5 %, M, B i Z). En els qüestionaris dels 3 mòduls s'inclouran preguntes referents al contingut inclòs dins del Manual de Pràctiques de Laboratori, a l'explicat a les sessions pràctiques de laboratori i/o a l'explicat durant la sortida de camp (mòdul 3). La qualificació final d'aquest mòdul es distribuirà de la següent manera: Microbiologia (17,5 %), Botànica (8,75 %) i Zoologia (8,75 %). Els requeriments per a poder sumar les notes obtingudes en les altres unitats són: Una nota mínima de 4,5 en cada examen *Visum* (B i Z) i de 4 en l'informe (M) i en els qüestionaris (M, B i Z).

En cada mòdul es tindrà en compte: l'actitud de l'alumne al laboratori, la puntualitat, el seguiment i la comprensió del Manual de l'assignatura, el haver superat les proves de bioseguretat i de seguretat i ser coneixedor i acceptar les normes de funcionament dels laboratoris de la Facultat de Biociències. En cap cas, aquest seguiment comportarà un augment de la nota, però el no compliment d'aquest podrà significar la reducció de fins un 20 % de la qualificació final obtinguda en cada mòdul.

Atès que l'assistència a les activitats programades en aquesta assignatura és obligatòria (sessions pràctiques i sortida de camp), l'absència a alguna de les sessions o a la sortida de camp ha de ser justificada abans de les 48 h posteriors a la data de l'activitat. La no assistència a la sortida sense causa justificada comportarà una penalització (2 punts) en la nota final del mòdul 3, i aquesta penalització es mantindrà en l'avaluació de recuperació. En cas de Vaga, si un estudiant decideix exercir el seu dret de vaga ho haurà de comunicar al responsable de l'assignatura en un període màxim de 48 h després del dia de la vaga. En cap cas, l'absència podrà ser superior al 20 % de les activitats programades; si es supera aquest valor l'alumne serà qualificat com a No Avaluable.

Els estudiants que no superin les avaluacions dels diferents mòduls de l'assignatura els podran recuperar en la data programada al final del semestre (examen de recuperació), realitzant un qüestionari de preguntes test i/o preguntes curtes i/o un examen visum associat al mòdul no superat amb anterioritat. En aquesta assignatura no hi haurà examen de millora, ni global ni per mòduls. Per poder assistir a l'avaluació de recuperació, l'alumne haurà hagut d'estar avaluat prèviament d'activitats d'avaluació continuada que equivalguin a 2/3 (67 %) de la nota final.

Els alumnes que no obtinguin la qualificació mínima requerida per a superar cadascun dels mòduls del laboratori integrat, no podran aprovar l'assignatura. En aquest cas, la qualificació final màxima de l'assignatura serà un 4.

Com que aquesta assignatura està diferenciada en mòduls, a partir de la segona matrícula, els alumnes repetidors solament hauran de realitzar novament els mòduls sencers que no hagin estat superats amb anterioritat.

*L'avaluació proposada pot experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Mòdul 1: Lliurament Exercicis	5	0	0	2, 3, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 23
Mòdul 1: Qüestionari Test	20	1	0,04	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 23

Mòdul 2: Lliurament Exercicis	4	0	0	2, 10, 13, 14, 15, 19, 23
Mòdul 2: Lliurament Llibreta de laboratori	8	0	0	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23
Mòdul 2: Qüestionari Test	28	1	0,04	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
Mòdul 3: Examen Visum	14	0,5	0,02	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 23
Mòdul 3: Lliurament informe	3.5	0	0	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 23
Mòdul 3: Qüestionari Test/preguntes curtes	17.5	0,5	0,02	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 23

Bibliografia

Els alumnes disposaran d'un Manual de l'assignatura on es detallaran els objectius de cada sessió juntament amb els protocols que s'usaran. Igualment en el dossier es farà constar la bibliografia associada a cadascuna de les diferents sessions. En el cas que fos necessari, el professorat també podrà fer arribar informació complementària a l'alumnat a través del Campus Virtual. Tot i això, a continuació es llisten les referències bibliogràfiques (llibres i enllaços web) més rellevants.

Llibres

Ataba, C. et al. 1991. Invertebrats no artròpodes. Història Natural dels Països Catalans. Vol. 8. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Atlas, R.M. & Bartha, R. 2002. Ecologia microbiana y Microbiologia ambiental. (Trad. 4a ed. americana Addison Wesley). Pearson Educación. Madrid.

Bandh, S.A. 2019. Freshwater Microbiology: Perspectives of Bacterial Dynamics in Lake. Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/book/9780128174951>

Barton, L.L. and Northup D.E. 2011. Microbial Ecology. Wiley-Blackwell.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118015841>

Bellinger, E.G. and Sigeo D.C. 2010. Freshwater Algae: identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. UK.

Burlage, R.S. Atlas, R., Stahl, D., Geesey, G., and Sayler, G. 1998. Techniques in microbial ecology. Oxford University Press. Washington, DC.

Cann, A. J. 2001. Principles of Molecular Virology. (3rd Ed). Academic Press.

Carrion, J. S. 2003. Evolución vegetal. DM. Murcia.

de Bruijn F.J. 2011. Handbook of Molecular Microbial Ecology I: Metagenomics and Complementary Approaches. Wiley-Blackwell. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118010518>

de Bruijn F.J. 2011. Handbook of Molecular Microbial Ecology II: Metagenomics in Different Habitats. Wiley-Blackwell. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118010549>

Hurst, J. 2000. Viral Ecology. Academic Press.

Llimona, X. (ed.) 1985. Plantes inferiors. Història Natural dels Països Catalans. Vol. 4. Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Madigan, MT., JM. Martinko, KS. Bender, DH. Buckley, DA. Stahl. 2015 (14 ed). *Brock Biología de los microorganismos*. Pearson Educación, S.A.

https://www.academia.edu/39077515/Biolog%C3%ADa_de_los_microorganismos_BROCK

Madigan, MT., KS. Bender, DH. Buckley, WM Sattley, DA. Stahl. 2019. *Brock Biology of microorganisms*. 15th edition. Pearson, S.A. ISBN: 9780134261928.

Margulis, L., Corliss, J.O., Melkonian, M, Chapman, D.J. (1990). *Handbook of Protoctista*. Jones& Barlett Publishers, Boston.

Martín A,V Béjar, JC Gutierrez, M Llagostera, E. Quesada. 2019. *Microbiología Esencial*. 1ª edición. Editorial Médica Panamericana. ISBN: 9788498357868.

Maunsbach, A.B. 1998. *Biomedical Electron Microscopy Illustrated Methods and Interpretations*. Academic Press.

Ogunseitan, O.2005. *Microbial Diversity*. Blackwell Publishing.

Pepper, IL., CP. Gerba, TJ Gentry. 2014. *Environmental Microbiology*. 3rd edition. Academic Press (Elsevier). ISBN: 978-0-12-394626-3.

Sigee, DC. 2005. *Freshwater microbiology: Biodiversity and Dynamic Interactions of Microorganismes in the Aquatic Environment*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/0470011254>

Simpson, M.G. 2006. *Plant Systematics*. Elsevier. Academic Press.

Streble, H. and Krauter, D. 1987. *Atlas de los microorganismos de agua dulce. La vida en una gota de agua*. Ed.Omega, S.A. (Barcelona).

Willey, J.M., Sherwood, L.M., and Woolverton, C.J. 2009. *Microbiología de Prescottoggy, Harley y Klein*. Séptima edición. McGraw-Hill-Interamericana de España. ISBN:9788448168278.

Willey, J.M., Sherwood, L.M., and Woolverton, C.J. 2017. *Prescott's Microbiology*, 10th edition. McGraw-Hill-Education. ISBN:9781259669934.

Enllaços Web

Aula Virtual de l'Autònoma Interactiva: <https://cv2008.uab.cat/>

All the Virology on the WWW <http://www.mirrorsservice.org/sites/www.virology.net/>

British Society for *Protist* Biology <http://www.protist.org.uk/>

Introduction to the Viruses <http://www.ucmp.berkeley.edu/alllife/virus.html>

Manual of Aquatic Viral Ecology <http://www.aslo.org/books/mave/>

Natural History Museum <http://www.nhm.ac.uk/jdsml/research-curation/research/projects/protistvideo/>

Tree of life web project <http://tolweb.org/tree/>