

UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA

FACULTAD	CIENCIAS BÁSICAS
----------	------------------

PROGRAMA OFICIAL DE ASIGNATURA

Nombre de la asignatura:	MÉTODOS EN BIOLOGÍA MOLECULARr
--------------------------	--------------------------------

Tipo:	Electiva	☒	Núcleo	☐	Participación acreditable	☐
-------	----------	-------------------------------------	--------	--------------------------	---------------------------	--------------------------

Código:	DB244		
---------	-------	--	--

Programas a los cuales va dirigida:	DOCTORADO CIENCIAS BIOMEDICASB
-------------------------------------	--------------------------------

Prerrequisitos (haber cursado y aprobado):	Todas las asignaturas de primer semestre
--	--

Correquisito por pérdida (haber cursado aunque se haya reprobado):	
--	--

Correquisito (al menos estar cursando):	
---	--

Tipo de asignatura:	Teórica	☐	Teórico-práctica	☒	Práctica	☐	Porcentaje de actividades prácticas:	
---------------------	---------	--------------------------	------------------	-------------------------------------	----------	--------------------------	--------------------------------------	----------------------

Tipo de asignatura:	Habilitable:	Sí	☐	No	☐	Homologable si__ no	Validable:	Sí	☐	No	☐
---------------------	--------------	----	--------------------------	----	--------------------------	---------------------	------------	----	--------------------------	----	--------------------------

Número de faltas de asistencia con las que se reprueba:	6
---	---

Número ideal de estudiantes:	1-5		Número de créditos que otorga:	4
------------------------------	-----	--	--------------------------------	---

Horas totales de actividades presenciales programadas:	72
--	----

Horas totales estimadas de actividad independiente del estudiante:	198
--	-----

Fecha de aprobación:		Acta del Comité coordinador	
----------------------	--	-----------------------------	--

Fecha(s) de modificaciones:		Acta del Consejo coordinador	
-----------------------------	--	------------------------------	--

Justificación: Durante los últimos 50 años la biología molecular ha experimentado un vertiginoso desarrollo desde la formulación del modelo de doble hélice de ADN, pasando por el descubrimiento del código genético y de las enzimas de restricción hasta la creación de potentes secuenciadores de ácidos nucleicos y novedosas técnicas para evaluar la expresión de genes de diferentes tipos celulares. En la actualidad, el auge y el impacto de la biología molecular se debe a que es una disciplina esencialmente práctica, que genera una enorme cantidad de información experimental que es utilizada para el estudio de la evolución y la dinámica de las poblaciones, para la sistemática microbiana, vegetal y animal, para el diagnóstico de enfermedades infecciosas y enfermedades genéticas, para el estudio de la epidemiología molecular de patógenos vegetales, animales y humanos y para su aplicación en la ingeniería genética. Actualmente todas las disciplinas clásicas de las ciencias biológicas utilizan las técnicas y herramientas de la biología molecular para resolver sus preguntas de investigación. Evidencia de ello, es el enorme volumen de artículos científicos que aparecen a diario en revistas internacionales indexadas con aplicaciones de la biología molecular, por ejemplo en Nature, Science, The Lancet, Proceedings of the National Academy of Science (USA), Cell, Nucleic Acid Research, Microbiology Reviews, Mutation Research, Nature Genetics, Biotechniques, Journal of Molecular Biology, Molecular and Biochemical Parasitology, Molecular Brain Research, Molecular and Cell Biology, Molecular Immunology, Molecular Ecology, Journal of Molecular Evolution, etc

Objetivo general: el objetivo del curso está relacionado con el “desarrollo de competencias a nivel del laboratorio para la aplicación de la biología molecular a proyectos de investigación”. Por tal razón, el curso tendrá énfasis en
--

actividades de laboratorio, aplicaciones de software de biología molecular y lecturas dirigidas complementarias a las prácticas de laboratorio

Objetivos específicos:

1. Adquirir destreza en la obtención, cuantificación, manejo y almacenamiento del DNA en el laboratorio
2. Adquirir destreza en la aplicación de técnicas para el estudio del DNA tales como: restricción, hibridación, clonación, amplificación y secuenciamiento del DNA
3. Adquirir destreza en el manejo de las herramientas básicas de bioinformática

1. Contenido resumido del programa:

1. COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES MÉTODOS PARA LA PURIFICACIÓN DE ACIDOS NUCLEICOS. Aislamiento y purificación de DNA genómico de diferentes organismos, según el área de interés de cada participante en el curso. Uso del método de fenol cloroformo. Uso de columnas de purificación. Purificación de DNA de plasmidios. Electroforesis en geles de agarosa. Almacenamiento de ácidos nucleicos. CUANTIFICACION DE ACIDOS NUCLEICOS. Métodos espectrofotométricos. Electroforesis en agarosa. Dot spot en agarosa. Preparación de soluciones de ácidos nucleicos. Lecturas de artículos científicos sobre extracción de DNA . TEORIA: CARACTERÍSTICAS Y ARQUITECTURA DE LOS GENOMAS: Virus, Organismos procariotes y organismos eucariotes. DNA de copia única, DNA medianamente repetitivo, DNA altamente repetitivo (VNTR, STR). Métodos de Estudio del DNA
2. METODOS DE SEPARACIÓN DE DNA: Electroforesis convencional en agarosa y en archilamida. Electroforesis de campo pulsado. Aplicaciones de la electroforesis de campo pulsado.
3. APLICACIONES DE LAS ENZIMAS DE RESTRICCIÓN. Manejo u almacenamiento de la enzimas de restricción. Soluciones tampón (Buffers) utilizados. Digestión simple y digestión múltiple. Mapas de restricción. RFLPs. PCR-RFLP. Ejemplo sobre Polimorfismos de la región control de DNA mitocondrial humano. DNA mitocondrial: Estudio y aplicaciones en diferentes organismos. Lecturas dirigidas sobre aplicaciones de PCR-RFLP en diferentes áreas de las ciencias biológicas.
4. MAPAS DE RESTRICCIÓN. Obtención de mapas de restricción utilizando secuencias de varios organismos y programas de computador. Ejercicio sobre obtención de la secuencia del DNA de un organismo, a partir de los mapas de restricción de fragmentos subclonados. (4 horas). Enzimas utilizadas en Biología Molecular.
11. SUSTENTACIÓN FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN. Búsqueda de literatura sobre caracterización genética y molecular de organismos, según el interés del participante DNA ribosomal en procariotes y en eucariotes.
5. CLONACION DE DNA. Obtención de una biblioteca parcial de DNA genómico de un organismo de interés del estudiante, mediante ligación de fragmentos de DNA en pUC18. TRANSFORMACIÓN BACTERIANA. Obtención de colonias conteniendo plasmidios recombinantes. Diferentes clases de bibliotecas de DNA.
6. HIBRIDIZACION DE ACIDOS NUCLEICOS. Digestión de ácidos nucleicos con enzimas de restricción. Southernblot o transferencia a membrana de nylon. Métodos de marcación de sondas. Uso de sonda biotinilada. Hibridización y revelado. DNA ribosomal en procariotes y en eucariotes. Artículo sobre DNA ribosomal. TOTAL:16 horas.
7. PCR ESPECIFICO. DISEÑO DE PRIMERS. Ejercicios sobre PCR específico usando una pareja de primers. PCR dúplex y PCR multiplex. Electroforesis en agarosa y en acrilamida. Diseño de primers para PCR específico. Varios artículos científicos de aplicación de PCR específico.
8. Microsatélites. Aplicaciones en genética forense y en otros campos de investigación. Lecturas dirigidas sobre microsatélites y sus aplicaciones en ciencias biológicas.
9. PCR ALEATORIO. ANALISIS DE RAPDs. Aplicación de PCR aleatorio al DNA del organismo de interés para el participante en el curso. Análisis de los RAPDs obtenidos mediante el programa RAPDPLOT. Varios artículos científicos sobre aplicación de RAPDs.
10. ANÁLISIS DE SECUENCIAS. Desarrollo de ejercicios de análisis de secuencias mediante los programas BLAST, utilizando información del GENBANK a través de internet.. Caracterización molecular mediante VNTRs, microsatélites, genes ribosomales (ITS, subunidades, 18S, 28S, 5,8S, etc), genes mitocondriales, RAPDs, genes de mini-exon, etc.

2.

Propuesta metodológica: El curso se efectuará con énfasis en actividades de laboratorio, con participación activa individual de los estudiantes. Adicionalmente los estudiantes realizarán lecturas dirigidas relacionadas con los tópicos de laboratorio vistos,

Criterios generales de evaluación: Semanalmente se efectuará un control de lectura del material entregado previamente y de las prácticas de laboratorio vistas en la semana anterior. El proyecto de investigación tendrá un valor del 30% de la calificación final.

Bibliografía: 1. ATTWOOD TK, PARRY-SMITH DJ. (2002). Introducción a la Bioinformática. Editorial Prentice Hall. 227 pp
 2. BECKER JM, CALDWELL GA, ZACHGO EA (1996). Biotechnology. A Laboratory Course. Academic Press. 261 pp.
 3. HALL BG. (2001). Phylogenetic Trees Made Easy. Sinauer Associates, Inc. 179 pp
 4. LESK AM. (2002). Introduction to Bioinformatics. Oxford University Press. 283 pp
 5. LEWIN BENJAMÍN (2000). Genes VII. Editorial Marban. 990 pp.
 6. PERSING D.H., SMITH T.F., TENOVER F.C., WHITE T.J. (1993). Diagnostic Molecular Microbiology. Principles and Applications. Mayo Foundation. 641 pp.
 7. PUERTAS M.J. (1999). Genética: Fundamentos y Perspectivas. Editorial MacGraw Hill. 913 pp
 8. SAMBROOK J., RITSCH E.F., MANIATIS T. (1989). Molecular Cloning. Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, New York. 2nd. Edition., Vols 1, 2 and 3. 1.626 pp.
 9. STRYER LUBER (1995). Bioquímica. 4ª. Edición. Editorial Reverté. 1007 pp.
 10. SWINDELL S.R., MILLER R.R. MYERS G.S.A. (1996). Internet for the molecular biologist. Horizon Scientific Press. Portland, Oregon. 187 pp.
 11. WINFREY M.R., ROTT M.A., WORTMAN A.T. (1997). Unraveling DNA. Molecular Biology for the Laboratory. Prentice Hall Inc. 369 pp.

1. SITIOS PARA BÚSQUEDA DE PROTOCOLOS EN BIOLOGÍA MOLECULAR
<http://www.nwfsc.noaa.gov/protocols.html>
<http://www.highveld.com/protocols.html>
http://dna1.chem.ou.edu/protocol_book/protocol_index.html
<http://info.med.yale.edu/genetics/ward/tavi/PCR.html>
<http://sgi.bls.umkc.edu/funnylab/DLCprotocols.html>
<http://world.std.com/~nestgrp/protocols/protocol.html>
<http://www.dartmouth.edu/artsci/bio/ambros/protocols.html>
<http://www.bio.net/>
<ftp://ftp.ncifcrf.gov/pub/methods/FAQlist>
<http://www.cellbio.com/>

2. SITIOS DE INTERES EN BIOLOGIA MOLECULAR
 Centro de Biología Molecular computacional de la Universidad de Minnesota
<http://www.cbc.med.umn.edu/>

3. VIDEOS
<http://www.hawkhill.com/topten.html>
<http://www.ornl.gov/hgmis/publicat/primer/intro.html>
<http://www.ornl.gov/ornlhome/education.htm>
<http://www.ornl.gov/>

4. SOBRE GENETICA HUMANA
<http://www.tokyo-med.ac.jp/genet/>

5. SOBRE GENOMA DE PARASITOS
<http://www.ebi.ac.uk/parasites/parasite-genome.html>
<http://www.ebi.ac.uk/blast2/parasites.html>

6. CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA EN LOS ESTADOS UNIDOS (MUY IMPORTANTE, PUES CONTIENE BASE DE DATOS DE LITERATURA CIENTÍFICA):
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

7. PARA LITERATURA CIENTÍFICA: www.highwire.org
ALGUNOS SITIOS EN LA WEB PARA CONSULTAS SOBRE BIOLOGÍA MOLECULAR Y BIOTECNOLOGÍA

1. ABS Global: <http://www.absglobal.com/>
 2. Access Excellence: <http://www.accessexcellence.org/AB/>
 3. Ag Biotech Infonet: <http://www.biotech-info.net/>
 4. Artículos sobre DNA: <http://www.dnafiles.org/home.html>
 5. Bioagro: <http://www.bioagro.ufv.br/>
 6. Biodiversity Information Network-Brazil: <http://www.binbr.org.br>
 7. Bioethics Net: <http://www.med.upenn.edu/bioethic/>

8. Biología Molecular Computacional: <http://www.cbc.med.umn.edu/>
9. Biota: <http://www.biota.org.br/>
10. Biotecnología de Plantas: <http://www.checkbiotech.org/>
11. Celera Genomics: <http://www.celera.com>
12. Cenargen: <http://www.cenargen.embrapa.br/>
13. Centro de Bioética: <http://www.bioethics.umn.edu>
14. Cold Spring Harbor Laboratory: <http://vector.cshl.org/>
15. Consejo para la Información sobre Biotecnología: <http://www.whybiotech.com/>
16. Convention on Biological Diversity: <http://www.biodiv.org/>
17. CTNBio: <http://www.ctnbio.gov.br/ctnbio/default.html>
18. Dictionary of Life Science: <http://biotech.icmb.utexas.edu/search/dict-search.html>
19. Embrapa: <http://www.embrapa.br>
20. GenBank (NCBI): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
21. Genoma Brasileiro-Instituto Virtual de Pesquisas Genômicas: <http://www.brgene.lncc.br>
22. Genoma de Parásitos: <http://www.ebi.ac.uk/parasites/parasite-genome.html> ;
23. <http://www.ebi.ac.uk/blast2/parasites.html>
24. Georgia Bureau of Investigation: <http://www.ganet.org/gbi/fsdna.html>
25. Greenpeace: <http://www.greenpeace.org/~geneng/>
26. Information System for Biotechnology: <http://www.nbiap.vt.edu/>
27. National Center for Biotechnology information: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
28. National Centre for Biotechnology Education: <http://www.ncbe.reading.ac.uk/>
- Protocolos de Biología Molecular y Biotecnología:
29. <http://www.nwfsc.noaa.gov/protocols.html> ; <http://www.highveld.com/protocols.html>
30. http://dna1.chem.ou.edu/protocol_book/protocol_index.html
31. <http://info.med.yale.edu/genetics/ward/tavi/PCR.html>
32. <http://sgi.bls.umkc.edu/funnylab/DLCprotocols.html>
33. <http://world.std.com/~nestgrp/protocols/protocol.html>
34. <http://www.dartmouth.edu/artsci/bio/ambros/protocols.html> ; <http://www.bio.net/>
35. <ftp://ftp.ncifcrf.gov/pub/methods/FAQlist> ; <http://www.cellbio.com/>
36. Proyecto Genoma Humano: http://www.ornl.gov/TechResources/Human_Genome/home.html
37. PubMed (Para búsqueda de Artículos sobre DNA): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
38. Revista BioTecnologia: <http://www.biotecnologia.com.br>
39. Revista Ciencia Hoje: <http://www.ciencia.org.br>
40. Roslin Institute: <http://www.ri.bbsrc.ac.uk/>
41. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciencia SBPC: <http://www.sbpnet.org.br>
42. The Center for Bioethics and Human Dignity: <http://www.cbhd.org/>
43. Union of Concerned Scientists: <http://www.ucsusa.org/index.html>
- Videos sobre Biología Molecular y Biotecnología:
44. <http://www.hawkhill.com/topten.html>
45. <http://www.ornl.gov/hgmis/publicat/primer/intro.html>
- <http://www.ornl.gov/ornlhome/education.htm> ; <http://www.ornl.gov/>

Aclaraciones adicionales sobre el programa:

Plan calendario: METODOS EN BIOLOGÍA MOLECULAR									
Tema	Actividades independientes previas			Actividades presenciales		Actividades independientes posteriores			Total horas
	Actividad	Documento	Horas	Actividad	Horas	Actividad	Documento	Horas	
1. COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES MÉTODOS PARA LA PURIFICACIÓN DE ACIDOS NUCLEICOS	Lecturas dirigidas	Artículos de literatura primaria sobre metodos de extraccion de DNA	3	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Uso del método de fenol cloroformo. Uso de columnas de purificación. Purificación de DNA de plasmidios.	3	Aislamiento y purificación de DNA genómico de diferentes organismos, según el área de interés de cada participante en el curso	1. Protocolos para extracción de DNA por diferentes métodos 2. Presentación de informe de laboratorio	6	12
2. CUANTIFICACION DE ACIDOS NUCLEICOS	Lecturas dirigidas	Artículos de literatura primaria sobre metodos de cuantificación de DNA	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Métodos espectrofotométrico s. Electroforesis en agarosa. Dot spot en agarosa. Preparación de soluciones de ácidos nucleicos.	3	Cuantificación de DNA genómico de diferentes organismos, según el área de interés de cada participante en el curso	1. Protocolos para cuantificación de de DNA por diferentes métodos 2. Presentación de informe de laboratorio	3	8
3. CARACTERÍSTICAS Y ARQUITECTURA DE LOS GENOMAS	Lecturas dirigidas	Artículos sobre arquitectura de los genomas procariotes y eucariotes	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Características y arquitectura del DNA de virus, organismos procariotes y organismos eucariotes. DNA de copia única, DNA	3	Lecturas dirigidass	Artículos sobre arquitectura de los genomas procariotes y eucariotes	4	9

				medianamente repetitivo, DNA altamente repetitivo (VNTR, STR). Métodos de Estudio del DNA.					
4. METODOS DE SEPARACIÓN DE DNA	Lecturas dirigidas	Artículos sobre métodos de separación de DNA	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Electroforesis convencional en agarosa y en acrilamida, principios y aplicaciones.	3	Ejercicios prácticos sobre electroforesis en agarosa y en acrilamida	1. Protocolos para electroforesis de agarosa y acrilamida 2. Presentación de informe de laboratorio	4	9
5. ELECTROFORESIS DE CAMPO PULSADO	Lecturas dirigidas	Artículos sobre fundamentos y aplicaciones de la electroforesis de campo pulsado	3	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Principio y fundamentos de la electroforesis de campo pulsado	4	1. Ejercicio práctico sobre electroforesis de campo pulsado 2. Aplicaciones de la electroforesis de campo pulsado.	1. Protocolos para electroforesis de campo pulsado 2. Presentación de informe de laboratorio	6	13
6. APLICACIONES DE LAS ENZIMAS DE RESTRICCIÓN	Lecturas dirigidas	Artículos sobre fundamentos y aplicaciones de las enzimas de restricción	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Manejo u almacenamiento de las enzimas de restricción. Soluciones tampón (Buffers) utilizados. Digestión simple y digestión múltiple.	3	1. Ejercicio práctico sobre enzimas de restricción 2. Lecturas dirigidas sobre RFLPs. PCR-RFLP	1. Protocolos para digestión con enzimas de restricción 2. Presentación de informe de laboratorio	7	12
7. DNA MITOCONDRIAL: ESTUDIO Y APLICACIONES EN DIFERENTES	Lecturas dirigidas	Artículos sobre aplicación de los estudios de DNA	4	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Estudio del DNA mitocondrial y aplicaciones en	3	1. ejercicio práctico sobre polimorfismos de la región control de DNA	1. Protocolos para PCR-RFL de la región control del DNA	6	13

ORGANISMOS		mitocondrial		diferentes organismos		mitocondrial humano 2. Lecturas dirigidas sobre DNA mitocondrial y su aplicación en genética forense, taxonomía y estudios evolutivos	mitocondrial humano 2. Presentación de informe de laboratorio		
8. MAPAS DE RESTRICCIÓN	Lecturas dirigidas	Artículos sobre fundamentos de los mapas de restricción	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Obtención de mapas de restricción utilizando secuencias de varios organismos y programas de computador. Ejercicio sobre obtención de la secuencia del DNA de un organismo, a partir de los mapas de restricción de fragmentos subclonados.	3	Ejercicios para la obtención de mapas de restricción.	Documento con problemario sobre mapas de restricción para ser desarrollado	4	9
8. CLONACIÓN DE DNA	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre protocolos de clonación de DNA	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Obtención de una biblioteca parcial de DNA genómico de un organismo de interés del estudiante, mediante ligación de fragmentos de DNA en pUC18.	5	Transformación bacteriana para obtención de colonias conteniendo plasmidios recombinantes.	1. Protocolos para preparación de células competentes, transformación bacteriana y obtención de colonias con plasmidios recombinantes 2. Presentación de informe de	11	18

							laboratorio		
9. DIFERENTES CLASES DE BIBLIOTECAS DE DNA	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre bibliotecas de DNA	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Métodos para obtención de bibliotecas genómicas, bibliotecas de cDNA	3	Lecturas dirigidas	Artículos varios sobre el uso de las bibliotecas para los estudios de expresión génica, para la búsqueda de genes y regiones de DNA repetitivo	3	8
10. HIBRIDIZACION DE ACIDOS NUCLEICOS	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre fundamentos de las técnicas de hibridización de ácidos nucleicos	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Digestión de ácidos nucleicos con enzimas de restricción. Southernblot o transferencia a membrana de nylon. Métodos de marcación de sondas. Uso de sondas biotiniladas. Hibridización y revelado. Sondas fluorescentes. 3. Fundamento de los microarreglos de DNA.	4	Continuación del ejercicio práctico incluyendo digestión de ácidos nucleicos con enzimas de restricción. Southernblot o transferencia a membrana de nylon. Métodos de marcación de sondas. Uso de sondas biotiniladas. Hibridización y revelado.	1. Protocolos para hibridación de ácidos nucleicos 2. Presentación de informe de laboratorio	12	18
11. DNA RIBOSOMAL EN PROCARIOTES Y EN EUCARTIOTES	Lecturas dirigidas	Artículos sobre estructura y aplicaciones del DNA mitocondrial de procariotes	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Organización del DNA ribosomal en procariotes y en eucariotes. Aplicaciones de su	3	Ejercicio práctico sobre amplificación de ITS, subunidades 18S y 28S. PCR-RFLP	1. Protocolos para hibridación de ácidos nucleicos 2. Presentación	8	13

		y eucariotes		estudio			de informe de laboratorio		
12. PCR ESPECIFICO. DISEÑO DE PRIMERS	Lecturas dirigidas	Artículos sobre las reglas para el diseño de primers en el PCR específico	2	Diseño de primers utilizando los programas Primer 3 y Primer Premier 5	3	Ejercicio práctico sobre sobre diseño de primers de interés de los participantes, envío para síntesis y verificación de amplificación por PCR	Protocolos para el ejercicio 2. Presentación de informe de laboratorio	5	10
13. MICROSATÉLITES	Lecturas dirigidas	Artículos sobre características y aplicación de los microsátélites	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Características y origen de los microsátélites en los genomas eucariotes. Aplicaciones en genética de poblaciones, genética forense y en otros campos de investigación.	3	1. Ejercicio práctico sobre amplificación de microsátélites humanos. 2. Lectura de artículos sobre aplicación de microsátélites en genética forense	Protocolos para el ejercicio 2. Presentación de informe de laboratorio	5	10
14. ANALISIS DE RAPDs.	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre el fundamento de la técnica de AP-PCR	2	1. Control de lectura (Evaluación) 2. Fundamentos de la técnica de RAPDs. Aplicación de PCR aleatorio al DNA del organismo de interés para el participante en el curso.	3	Continuación de la obtención de RAPDs. Análisis de los RAPDs obtenidos mediante el programa RAPDPLOT.	Protocolos para el ejercicio 2. Presentación de informe de laboratorio	9	14
15. ANÁLISIS DE SECUENCIAS	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre el fundamento del BLAST y CLUSTAL X. Búsqueda de microsátélites	2	1. Control de lectura (Evaluación) Introducción a la bioinformática: 2. Fundamento de los programas BLAST y	3	Desarrollo de ejercicios de análisis de secuencias mediante los programas BLAST, utilizando	Protocolos para el ejercicio 2. Presentación de informe del ejercicio	8	13

		y de SNPs		CLUSTAL		información del GENBANK a través de internet.				
16. SUSTENTACIÓN FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	Lecturas dirigidas	Artículos y textos sobre la propuesta de investigación del estudiante	16	Sustentaciones de los proyectos desarrollados por los estudiantes	3			0	19	
	Total		52	Total		55	Total		101	208
						Número de créditos				