

GUIA DOCENT

CITOGENÈTICA

GRAU GENÈTICA





1. Dades de l'assignatura

Nom de l'assignatura	Citogenètica
Codi	101964
Crèdits ECTS	6
Curs i període en el que s'imparteix	Segon curs / Primer semestre
Horari	Veure Web facultat: http://www.uab.es/biociencias/
Lloc on s'imparteix	Facultat de Biociències
Llengües	Català, castellà i anglès

Professor/a de contacte

Nom professor/a	Joan Blanco Rodríguez
Departament	Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia
Universitat / Institució	Facultat de Biociències
Despatx	C2/048
Telèfon	935813728
e-mail	joan.blanco@uab.cat
Horari d'atenció	Concretar amb el professor

2. Equip docent

Nom professor/a	Joan Blanco Rodríguez
Departament	Biologia Cel·lular, Fisiologia i Immunologia
Universitat / Institució	Facultat de Biociències
Despatx	C2/048
Telèfon	935813728
e-mail	joan.blanco@uab.cat
Horari de tutories	Concretar amb el professor



3.- Prerequisits

Coneixements necessaris per a seguir correctament l'assignatura:

- Conèixer i comprendre els fonaments bàsics de les assignatures de primer curs: “Biologia Cel·lular i Histologia” i “Genètica”.
- Conèixer i comprendre aspectes específics d'aquestes assignatures: Els principis mendelians i la teoria cromosòmica de l'herència, el flux de la informació genètica, el cicle cel·lular i els mecanismes de divisió cel·lular.
- Llegir correctament en anglès.
- Utilitzar a nivell d'usuari eines informàtiques bàsiques (Internet, Powerpoint, i processadors de texts).

4.- Contextualització i objectius formatius de l'assignatura

La citogenètica és una disciplina híbrida que es nodreix de conceptes de Biologia Cel·lular i de Genètica. La convergència d'aspectes derivats d'aquestes àrees ha contribuït al desenvolupament d'una ciència moderna i dinàmica que presenta com a **objectiu fonamental** l'estudi del cromosoma.

El progrés d'aquesta disciplina s'ha caracteritzat per l'aplicació combinada de tècniques convencionals i modernes, així com per un intercanvi continu entre el desenvolupament de nous mètodes i la formulació de noves hipòtesis. Tot plegat ha influït notablement en un coneixement més profund del cromosoma, aportant una concepció dinàmica d'aquesta estructura cel·lular i desenvolupant, fins a límits insospitats, el binomi estructura - funció.

La consolidació de la Citogenètica al llarg dels últims anys ha donat com resultat una disciplina viva, acostant-nos a les fronteres d'altres disciplines de la Biologia i amb clares i notables aplicacions de repercussions socials considerables: millora de la salut humana (càncer i genotoxicitat, origen genètic de síndromes i malalties, origen genètic de la infertilitat, dosimetria biològica); agricultura i ramaderia a través de la millora genètica de plantes; determinació dels canvis cromosòmics que participen en processos d'especiació.

En aquest context els **objectius formatius** de l'assignatura són:

- Oferir una visió completa de l'estructura i comportament dels cromosomes com a garants de la conservació de la informació genètica, la seva transmissió de pares a fills i l'alliberament ordenat en l'expressió gènica.
- Estudiar les variacions que afecten els cromosomes, des dels mecanismes que les originen fins a les conseqüències genètiques per a la descendència.
- Realitzar una anàlisi exhaustiva de les aplicacions de la citogenètica en l'àmbit de l'evolució de les espècies, en la millora de la salut humana i en la millora genètica de plantes.

D'altra banda, els coneixements teòrics adquirits en l'assignatura de Citogenètica es complementen amb una formació pràctica al laboratori en l'assignatura de Laboratori Integrat III.



5.- Competències i resultats d'aprenentatge de l'assignatura

Competència

CE9. Comprendre i descriure l'estructura, la morfologia i la dinàmica del cromosoma eucariòtic durant el cicle cel·lular i la meiosi.

Resultats d'aprenentatge

CE9.3 Descriure i identificar l'estructura, morfologia i dinàmica del cromosoma eucariòtic en els diferents estadis del cicle cel·lular.

CE9.4 Interpretar les formes de cromosomes especialitzats a partir del binomi estructura – funció.

Competència

CE13. Definir la mutació i els seus tipus, i determinar els nivells de dany gènic, cromosòmic i genòmic en el material hereditari de qualsevol espècie, tant espontani com induït, i avaluar les seves conseqüències.

Resultats d'aprenentatge

CE13.1 Identificar les variants i anomalies cromosòmiques, determinar els mecanismes que les originen i quantificar el risc de transmissió a la descendència.

CE13.2 Interpretar les formes de cromosomes especialitzats a partir del binomi estructura – funció.

Competència

CE18. Determinar i interpretar la variació genètica dintre i entre poblacions des d'una perspectiva clínica, de millora genètica d'animals i plantes, i evolutiva.

Resultats d'aprenentatge

CE18.2 Llistar i descriure les aplicacions de la citogenètica en l'evolució de les espècies, la millora de la salut humana, i en la millora genètica de plantes

Competència

CE21. Realitzar diagnòstics i assessorament genètics, considerant els dilemes ètics i legals.

Resultats d'aprenentatge

CE21.1 Aplicar les tècniques bàsiques d'ús habitual en el laboratori de citogenètica.

CE21.2 Resoldre problemes i casos exemple de



l'àmbit de la citogenètica.

CE21.3 Exposar els nous dilemes ètics creats pels avanços de la genètica.

Competència CT1. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i síntesi.

Competència CT2. Aplicar el mètode científic per a la resolució de problemes.

Competència CT3. Utilitzar i gestionar informació bibliogràfica o recursos informàtics o d'Internet en l'àmbit d'estudi en les llengües pròpies o en anglès.

Competència CT7. Saber comunicar eficaçment de forma oral i per escrit.

Competència CT10. Raonar críticament.

Competència CT11. Aplicar els coneixements teòrics a la pràctica.

Competència CT13. Desenvolupar l'aprenentatge autònom.



6.- Continguts de l'assignatura

BLOC I: INTRODUCCIÓ GENERAL DE L'ASSIGNATURA

Tema 1. Informació i organització de l'assignatura

BLOC II: ORGANITZACIÓ DEL MATERIAL HEREDITARI EN EUCARIOTES SUPERIORS

Tema 2. Introducció general: Citogenètica i cromosoma. Definició de citogenètica. Definició de cromosoma. Desenvolupament històric.

Tema 3. El cromosoma eucariòtic. Tipus de cromosomes. Estructura química del cromosoma eucariòtic. Estructura externa del cromosoma eucariòtic. Estructura interna del cromosoma eucariòtic. Arquitectura nuclear i territoris cromosòmics.

BLOC III: MECANISMES DE DIVISIÓ CEL·LULAR EN EUCARIOTES SUPERIORS

Tema 4. Divisió cel·lular mitòtica. El cicle cel·lular. Esdeveniments cromosòmics de la fase S. Esdeveniments cromosòmics de la fase M. Punts de control. Durada de la mitosi. Divisions mitòtiques no convencionals.

Tema 5. Divisió cel·lular meiótica. Teoria cromosòmica de l'herència. Aspectes generals. Esdeveniments cromosòmics. Punts de control. Divisions meiótiques no convencionals.

BLOC IV: CROMOSOMES ESPECIALITZATS

Tema 6. Formes d'adaptació. Cromosomes politènics. Cromosomes plomosos o lampbrush. Regions cromosòmiques de tinció homogènia (HSR) i doubles minutes (DM).

Tema 7. Formes permanents. Cromosomes sexuals. Cromosomes B. Cromosomes nucleolars. Cromosomes holocènrics.

BLOC V: TÈCNIQUES D'ANÀLISI I IDENTIFICACIÓ CROMOSÒMICA

Tema 8. Generalitats dels protocols d'anàlisi citogenètica. Cultiu Cel·lular. Mitògens. Inhibidors anafàsics. Sincronització cel·lular. Solució hipotònica. Fixació Cel·lular. Mètodes de preparació d'extensions cromosòmiques.

Tema 9. Tècniques d'identificació cromosòmica. Tinció uniforme. Tècniques basades en el bandeig cromosòmic. Tècniques basades en la FISH d'àcids nucleics. Tècniques d'anàlisi especials.

BLOC VI: ANOMALIES GENÈTIQUES I EPIGENÈTIQUES

Tema 10 Alteracions del cariotip. Constància i inestabilitat del cariotip. Variants i anomalies cromosòmiques estructurals. Anomalies cromosòmiques numèriques. Sistema de nomenclatura citogenètica: Normes ISCN 2005.

Tema 11. Variants i anomalies cromosòmiques estructurals. Variants i anomalies inestables. Variants i anomalies estables.

Tema 12. Anomalies cromosòmiques numèriques. Anomalies cromosòmiques en aneuploidia. Disomies uniparentals. Anomalies cromosòmiques en euploidia.

Tema 13. Anomalies epigenètiques. Concepte d'epigenètica. Tipus de modificacions epigenètiques. La impressió genètica. Efectes fenotípics de les anomalies epigenètiques.

BLOC VII: APLICACIONS DE LA CITOGENÈTICA

Tema 14. Aplicacions de la citogenètica en l'estudi de la evolució de les espècies. Els canvis cromosòmics com a inductors de processos d'especiació. Canvis cromosòmics estructurals i especiació. Canvis cromosòmics numèrics i especiació. Evolució cromosòmica del grup Primats.

Tema 15. Aplicacions de la citogenètica en la millora de la salut humana. Citogenètica i reproducció humana. Citogenètica del càncer. Estudis de genotoxicitat i dosimetria biològica.

Tema 16. Aplicacions de la citogenètica en la millora de plantes. Objectius generals de la millora genètica de plantes. Metodologies. Citogenètica aplicada a la millora de les plantes.



7.- Metodologia docent i activitats formatives

Classes de Teoria

El contingut del programa de teoria l'explicarà el professor en forma de classes magistrals, amb el suport audiovisual escaient i amb foment de la participació activa dels estudiants mitjançant qüestions recíproques. Aquesta metodologia docent s'aplicarà en 35 sessions de 50 minuts de durada.

Les taules, figures i gràfiques utilitzades a classe estaran disponibles en format *pdf al Campus Virtual. Els alumnes també podran consultar al Campus Virtual de l'assignatura els vídeos, les animacions i els enllaços a llocs web.

El seguiment del contingut del programa de teoria implica que l'alumnat consulti regularment els llibres i els articles de revisió seleccionats pel professor per tal de consolidar i clarificar els continguts explicats a classe (veure apartat de Bibliografia). Els articles estaran disponibles al campus virtual en format pdf.

Classes de Problemes

Aquesta metodologia d'aprenentatge té com objectius principals:

- Iniciar a l'alumne en la resolució de diversos experiments representatius que il·lustrin clarament els nous avanços en citogenètica.
- Consolidar els conceptes i coneixements tractats en les classes de teoria, així com avaluar les implicacions que se'n deriven.
- Iniciar l'alumnat en el mètode científic, tot treballant els objectius d'aprenentatge especialment relacionats amb el raonament, el judici crític i les habilitats comunicatives.

En aquestes sessions els alumnes es dividiran en dos grups. L'alumne ha de consultar a quin grup pertany i assistir a les classes corresponents al grup assignat. Cada grup d'alumnes realitzarà durant el curs 5 sessions de 50 minuts de durada. Dins de cada grup els alumnes s'organitzaran en grups de treball de quatre persones. La metodologia aplicada a l'aula constarà de les següents fases:

- Els alumnes disposaran d'un llistat de 20 problemes (Campus Virtual de l'assignatura) que hauran de resoldre de forma no presencial en els grups establerts. Per a cadascuna de les 5 sessions programades els alumnes hauran de treballar 4 problemes i elaborar un dossier resposta.
- Al començament de cada sessió cada grup de treball lliurarà al professor el dossier resposta (un sol lliurament per grup) i posteriorment aquests es discutiran i corregiran, requerint la participació activa dels alumnes. Concretament, el professor demanarà a un membre a l'atzar dels diferents grups de treball que presenti la resolució d'un problema i l'expliqui a la resta d'alumnes. La resolució del problema serà avaluada pel professor i la qualificació obtinguda serà aplicable a tots els membres del grup de treball al que pertanyi l'alumne.
- El dossier de problemes lliurat per cada grup d'alumnes s'avaluarà de la següent manera: al final de cada sessió el professor escollirà un problema a l'atzar, que serà el mateix per tots els grups, i aquests seran corregits i avaluats pel professor.

En conseqüència, la nota obtinguda serà la mateixa per tots els membres del grup i contribuirà a la nota final de l'assignatura.

Seminaris

Entre les competències aportades per l'assignatura, i atenent a les característiques del Grau i dels alumnes als que va dirigida, creiem oportú incorporar una relacionada amb la subministració de les eines necessàries per a la comprensió i interpretació de publicacions científiques. Aquest és l'objectiu bàsic de la realització de seminaris. Aquest consistirà en una discussió i exposició oral i escrita per part dels estudiants d'un article d'investigació. A més, els seminaris s'orientaran a ampliar i consolidar diferents aspectes del temari de teoria i pràctiques (laboratori integrat III) per aprofundir en la seva comprensió a través de la participació activa dels alumnes.

Per a l'elaboració dels Seminaris els alumnes s'organitzaran igual que per les classes de Problemes.



Cada grup d'alumnes realitzarà durant el curs 5 sessions de 50 minuts de durada. La metodologia aplicada a l'aula constarà de les següents fases:

- A començament de curs el professor assignarà un article científic a cada grup de treball.
- A partir de la publicació seleccionada, cada grup haurà d'elaborar un treball escrit i una presentació oral.
- La presentació oral constarà de 6 diapositives que s'hauran d'exposar amb un temps màxim 7 minuts. La presentació es dividirà en les següents seccions: 1) Antecedents i estat de la qüestió, 2) Objectius que proposen els autors, 3) Metodologia utilitzada, 4) Resultats obtinguts i 5) Conclusions. L'exposició pública la realitzarà un membre a l'atzar de cada grup de treball el dia assignat pel professor. Al final de cada presentació el professor demanarà a dos grups de treball que formulin cadascú una pregunta.
- El treball escrit es lliurarà en format *pdf el dia de la presentació oral i s'haurà d'ajustar al següent format: Extensió màxima dues pàgines; marges 2.5 cm; Tipus de lletra Tahoma; mida 10; espaiat 6pt; interlineat simple.

Pel que fa al contingut, el seminari haurà de donar resposta a les següent preguntes en relació al contingut de l'article: 1) Que s'ha fet?, 2) Per què s'ha fet?, 3) Com s'ha fet?, 4) Quins van ser els resultats i interpretacions més importants? i 5) Quina és la conclusió?.

La nota obtinguda serà la mateixa per tots els membres del grup i contribuirà a la nota final de l'assignatura.



TIPUS D'ACTIVITAT	ACTIVITAT	HORES	RESULTATS D'APRENENTATGE
-------------------	-----------	-------	--------------------------

Dirigides

Classes de Teoria	35	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT10, CT11, CT13
Problemes	5	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT2, CT3, CT10, CT11
Seminaris	5	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT7, CT10

Autònomes

Estudi individual	45	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT10, CT11, CT13
Resolució de problemes	25	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT2, CT3, CT7, CT10, CT11,
Seminari: Presentació escrita	15	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT7, CT10
Seminari: Presentació oral	15	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT7, CT10

8.- Avaluació

Per superar l'assignatura serà imprescindible obtenir una qualificació final igual o superior a 5 punts (sobre 10). Es considerarà que un estudiant obtindrà la qualificació de "No Presentat" si el número d'activitats d'avaluació realitzades és inferior al 50% de les programades per l'assignatura.

Activitats d'avaluació:

1. Examen escrit (avaluació individual): Al llarg del semestre es realitzaran dues proves escrites



(veure programació de l'assignatura) sobre els continguts teòrics de l'assignatura, que els alumnes hauran de respondre de manera individual. Aquestes proves constaran d'una sèrie de preguntes tipus test. L'objectiu és avaluar el domini dels conceptes i els coneixements tractats a classe i comprovar la correcció alhora d'aplicar-los i relacionar-los.

Cadascuna tindrà un pes del 35% sobre la nota final de l'assignatura. Els alumnes hauran d'obtenir una qualificació mínima de la mitjana aritmètica d'ambdues proves ≥ 4 punts (sobre 10) per poder aprovar l'assignatura.

2. Resolució de problemes (avaluació en grup): La nota d'aquesta part s'aconseguirà fent la mitjana aritmètica de la suma de les notes obtingudes en els 5 problemes lliurats per cada grup d'alumnes al llarg del curs (un problema per dossier) i de la resolució oral a classe. El professor vetllarà perquè durant el curs cada grup hagi fet com a mínim una exposició. Un problema no lliurat o no resolt a classe es puntuarà amb un zero en el càlcul de la nota mitjana del grup. La valoració dels Problemes es realitzarà tenint en compte la correcció en la resposta, el plantejament i la interpretació dels resultats. La nota final serà compartida per tots els integrants de cada grup i equivaldrà al 20% de la nota final.

3. Seminaris (avaluació en grup): La nota d'aquesta part s'aconseguirà a partir de la mitjana aritmètica de la presentació oral i escrita. Aquesta nota es modularà en funció de la qualitat de les preguntes/comentaris realitzats pels alumnes durant les presentacions d'altres grups. La valoració de les presentacions es realitzarà tenint en compte la correcció del treball escrit i de l'expressió oral, l'ús del llenguatge científic adequat i l'adequació de les normes de presentació establertes.

La nota final serà compartida per tots els integrants de cada grup i equivaldrà al 10% de la nota final de l'assignatura. Aquesta metodologia d'aprenentatge només contribuirà a la nota final quan els alumnes realitzin la dues proves (oral i escrita), en cas contrari puntuarà amb un zero.

Taula resum de les activitats d'avaluació programades:

Activitat d'avaluació	Pes (%)
Examen escrit I (avaluació individual)	35
Examen escrit II (avaluació individual)	35
Lliurament i exposició de problemes (avaluació en grup)	20
Presentació oral de seminaris (avaluació en grup)	10
Total	100



ACTIVITATS D'AVALUACIÓ	HORES	RESULTATS D'APRENTATGE
Examen escrit I (avaluació individual)	2	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT10, CT11, CT13
Examen escrit II (avaluació individual)	2	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT10, CT11, CT13
Lliurament i exposició de problemes (avaluació en grup)	0.5	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT2, CT3, CT7, CT10, CT11,
Presentació oral de seminaris (avaluació en grup)	0.5	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT7, CT10
Presentació escrita de seminaris (avaluació en grup)	-	CE9.3, CE9.4, CE13.1, CE13.2, CE18.2, CE21.1, CE21.2 CT1, CT3, CT7, CT10



9- Bibliografia i enllaços web

Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K and Walter P (2008) Molecular Biology of the Cell, 5 th Edition. Garland Publishing, New York.
Andreeff M and Pinkel D (1999) Fluorescence in situ hybridization: Principles and clinical application. Wiley-Liss. New York.
Bickmore W (1999) Chromosome Structural Analysis; A Practical Approach. Oxford University Press, Oxford.
Bickmore W and Craig J (1997) Chromosome bands: Patterns in the genome. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
Gardner RJM and Sutherland GR (2004) Chromosome Abnormalities and Genetic Counseling, 3rd edition. Oxford University Press. Oxford.
Holmquist GP and Motara MA (1987) The magic of cytogenetic technology. In Cyogenetics. Obe G and Basler A Editors. Springer-Verlag, Berlin.
King M (1993) Species evolution. The role of chromosome change. Cambridge University Press.
Lacadena JR (1996) Citogenética. Editorial Complutense SA, Madrid.
Lodish H, Scott MP, Matsudaira P, Darnell J, Zipursky L, Kaiser CA, Berk A and Krieger M (2003) Molecular Cell Biology. WH Freeman Publishers, New York.
Lynch M (2007) The Origins of Genome Architecture. Sinauer Associates Inc.
Rooney DE (2002) Human Cytogenetics: Constitutional Analysis. 3rd Edition. Oxford University Press. Oxford.
Singh RJ (2002) Plant cytogenetics. CRC Press.
Solari AJ. (2004) Genética Humana. Fundamentos y Aplicaciones en Medicina. 3 ^a edición. Médica Panamericana. Buenos Aires.
Sumner AT (2003) Chromosomes: Organization and Function. Blackwell Publishing.
Sybenga J (1975) General Cytogenetics. North-Holland Publishing Company. Amsterdam.
Sybenga J (1975) Meiotic Configurations. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York.
Tost J (2007) Epigenetics. Caister Academic Press.
Turner J (2007) Meiosis. Chromosome research 15. Special issue (5). Springer.
Vogelstein B and Kinzler KW (2002) The Genetic Basis of Human Cancer. 2nd Edition. Graw-Hill Professional. New York.
Warshawsky D and Landolph JR. (2006). Molecular Carcinogenesis and the Molecular Biology