



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
República Argentina

Programa de:

Genética

Código: 1611

Carrera: Ciencias Biológicas
Profesorado en Ciencias Biológicas

Plan: 261-90
271-90

Escuela: Biología
Departamento: Fisiología

Carga Horaria: 90 Hs.

Créditos: 9

Semestre: Quinto

Hs. Semanales: 6

Carácter: Obligatoria

Año: Tercero

Objetivos:

1. Adquirir los conocimientos básicos de la Genética que, por su carácter integrador dentro de las ciencias biológicas, constituye una disciplina fundamental para la formación profesional.
2. Descubrir la universalidad del DNA en los seres vivos.
3. Advertir la rápida evolución del conocimiento genético a partir de la manipulación de la molécula de DNA.
4. Familiarizarse con las metodologías del análisis genético clásico y molecular.
5. Desarrollar habilidad en técnicas y procedimientos básicos de la experimentación y genética.
6. Valorar el impacto del conocimiento genético para el ser humano, sea por su utilidad en la investigación científica pura o por su aplicación inmediata en medicina, mejoramiento vegetal y animal.
7. Tomar conciencia de los problemas bioéticos y del normativas que se van creando a raíz del desarrollo de la Genética Humana

Programa Sintético:

1. Introducción.
2. Análisis Mendeliano.
3. Teoría cromosómica de la herencia
4. Ligamiento y Recombinación.
5. Cromosomas.
6. Mutaciones cromosómicas.
7. Estructura y organización del DNA.
8. Funciones del DNA.
9. Formas de cambio genético.
10. Estructura y regulación génica.
11. Ingeniería Genética
12. Bioética.

Programa Analítico: de foja 2 a foja 5

Programa Combinado de Examen (si corresponde): de foja a foja .

Bibliografía: de foja 7 a foja 8

Correlativas Obligatorias: Estadística y Biometría, Química Biológica, Biología Celular

Correlativas Aconsejadas:

Rige: 2013

Aprobado HCD, Res.:

Sustituye al aprobado por Res.:

Fecha:

Fecha:

El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (UNC) certifica que el programa está aprobado por el (los) número(s) y fecha(s) que anteceden. Córdoba, / / .

Carece de validez sin la certificación de la Secretaria Académica.



PROGRAMA ANALITICO

LINEAMIENTOS GENERALES

Esta es una materia del ciclo básico cuyas correlativas son: Biología Celular, Química Biológica y Estadística. El alumno llega a Genética con el conocimiento de la estructura molecular de los ácidos nucleicos y las proteínas, la estructura y funcionamiento celular, conoce las leyes de Mendel y maneja las herramientas de la Estadística. En Genética el alumno va profundizar en el conocimiento del DNA, la molécula que origina la vida y a través de la cual evolucionan los seres vivos. Se analizan las características universales y particulares de esta molécula en los organismos procariotas, eucariotas y virus. Se estudia la molécula desde el punto de vista de la herencia, sus funciones, sus formas de cambio, su organización en cromatina/cromosomas, su organización en genes, la regulación génica y de la cromatina. El desarrollo de los contenidos sigue la historia de los descubrimientos, se basa en la enseñanza de los experimentos que le dieron lugar y en el análisis de ejemplos. Se hace especial hincapié en las distintas metodologías con las que se cuenta para el Análisis Genético Clásico y Molecular, con la idea de que los alumnos aprendan a abordar dichos análisis. En este sentido, en las actividades prácticas capacitamos a los alumnos en técnicas citológicas y moleculares, además del planteo y resolución de problemas. Se finaliza con la Bioética, a fin de introducir a los alumnos con la problemática que se deriva de la Genética Humana.

METODOLOGIA DE LA ENSEÑANZA

Características de las clases Teóricas: La materia se desarrolla en 26 clases Teóricas, no obligatorias de 1,5 h cada una, dos por semana, que se dictan en días consecutivos. El principal objetivo del Prof. es inducir a los alumnos al razonamiento y la correlación de los contenidos, a fin de lograr en ellos, una abstracción cabal, de los conocimientos que se imparten. Para conseguir este objetivo los contenidos están encadenados. Los contenidos se desarrollan con ejemplos, algunos de ellos se analizan desde varios puntos de vista a lo largo del curso. Se tratan ejemplos de animales, vegetales, de micro-organismos, virus y humanos. En general, el Profesor dicta la clase, y cuando surge la oportunidad se busca la interacción con los alumnos a fin de corroborar si han comprendido.

Características de las Clases de Laboratorio y Ejercitaciones Prácticas: Las actividades prácticas son 12 y de asistencia obligatorias para todos los alumnos inscriptos en la materia. Se dicta uno por semana con una duración de 3,5 horas cada uno. Las clases prácticas se dictan en el Laboratorio de Trabajos Prácticos, en comisiones de alumnos guiados por uno o dos Profesores. Los temas conceptuales de los Trabajos Prácticos (TP) son desarrollados previamente en las clases teóricas. El desarrollo de cada TP se detalla en la Guía de actividades prácticas. En la primera parte del TP el profesor hace una breve introducción del tema, seis TP están integrados por una parte experimental de uso de laboratorio (microscopios, lupas, cuba electroforética, etc) y resolución de problemas; cinco TP se resuelven los problemas de forma individual o en equipos y el TP de cariotipo incluye además un informe que se evalúa de forma individual.

EVALUACION

Los alumnos son evaluados de las siguientes maneras:

Trabajo de laboratorio: Los alumnos son evaluados en las Clases Prácticas sobre temas ya desarrollados, la nota que estima el Prof. se anota en la ficha del alumno. El objetivo de esta nota es para beneficiar al alumno, los puntajes positivos van a aumentar la nota del alumno, los negativos no influyen sobre la nota.

Pruebas parciales de evaluación de Clases Prácticas: Se toman dos evaluaciones parciales en el transcurso del periodo lectivo. Se aprueba con 4. La inasistencia a un parcial se considera como No aprobado. Al finalizar el periodo de clases se realiza una evaluación de recuperación para los alumnos que no hayan aprobado o no hayan podido asistir a uno de los parciales. La nota del recuperatorio reemplaza a la del parcial original.

Promoción: Son promocionados los alumnos que cumplan con las siguientes condiciones de esta materia, además de las generales del plan de estudios (correlativas, etc.):

Tener aprobados los dos parciales con un promedio de 7.

Tener asistencia a clases del 80%.



Examen Final: Los alumnos son evaluados en las fechas que establece la Facultad. Se les asignan tres temas del Programa Analítico para que los desarrolle en forma oral. Se le da un tiempo de capilla que oscila entre los 15' y los 30' sin libros.

Para esta instancia se establecen tres categorías de alumnos

Alumnos que han promocionado la parte práctica: Solo rinden el examen oral de tres temas Teóricos.

Alumnos Regulares: Son los que han aprobado las Evaluaciones Parciales con 4, deben realizar y aprobar un examen práctico escrito y luego el examen oral de tres temas.

Alumnos Libres: Son los que no han alcanzado ni la Promoción ni la condición de Regular o aquellos a los que se les ha vencido el tiempo que dura la promoción-regularidad.

Estos alumnos rinden un examen escrito sobre las Clases Prácticas y el examen de tres temas oral. La evaluación escrita de estos alumnos es más exhaustiva, deben aprobar el 80% de las actividades Prácticas, para acceder al examen de tres temas.

REGIMEN

Régimen de cursado: La materia consta de clases teóricas no obligatorias y clases prácticas obligatorias. Se toman 2 parciales prácticos. Hay un único recuperatorio que se realiza luego del segundo parcial. Este involucra a aquellos alumnos que tengan un aplazo en alguno de los exámenes parciales y se da con el objeto de que puedan regularizar la materia.

Condiciones para regularizar la materia: Tener asistencia al 80 % de los trabajos prácticos, cuestionarios escritos aprobados en un 80 % y una calificación mínima de 4 puntos en la parte práctica de cada uno de los dos exámenes parciales prácticos. Uno de éstos podrá recuperarse.

Reparcializado: Se permite re-parcializar a los alumnos que han cursado la materia, pero están en la condición de libres pues fueron aplazados en los exámenes parciales. El objeto de la reparcialización es que tengan la condición de alumnos regulares.

CONTENIDOS TEMÁTICOS

Unidad 1. Introducción

El DNA, material: genético, hereditario, de cambio, de evolución. Transferencia vertical y horizontal del DNA. Reseña histórica; antes y después de Watson y Crick. Genotipo y fenotipo. Genes, ambiente y fenotipo. Norma de reacción y ruido de desarrollo. Genes no influidos por el ambiente. Análisis genético: enfoque clásico y molecular. Genética hacia delante y hacia atrás. Relación con otras disciplinas biológicas: Citología, Embriología, Bioquímica, Bioinformática, Medicina. Implicancia de los conocimientos genéticos para el hombre y la sociedad. Organismos modelo en estudios genéticos: *Escherichia coli*, *Bacteriophago A*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Neurospora crassa*, *Drosophila melanogaster*, *Mus musculus*, *Caenorabditis elegans*, *Arabidopsis thaliana*.

Unidad 2. Análisis mendeliano

Mendel. Experimentos y leyes de Mendel. Terminología. Principios de distribución igualitaria y segregación independiente. Línea pura. Cruzamientos mono híbridos y poli híbridos. Cruzamiento de prueba y retro-cruzamiento. Cuadrado de Punnett y cálculo de proporciones genéticas. Análisis de pedigree en el hombre.

Post Mendel. Interacciones en el gen: Relaciones de dominancia: dominancia completa e incompleta, co-dominancia y super-dominancia. Alelismo múltiple. Ejemplos de series alélicas. Alelos de incompatibilidad en plantas. Genes letales.

Interacciones entres genes: complementación, supresión, relaciones de epistacia, genes duplicados. Pleiotropía. Diferencia entre caracteres cualitativos y cuantitativos. Penetrancia y expresividad.

Unidad 3. Teoría cromosómica de la herencia

El ciclo celular eucariótico: su regulación, sus marcadores moleculares. Mitosis y meiosis. Correspondencia entre factores mendelianos y cromosomas (Sutton-Boveri). Comprobación de la teoría cromosómica: experimentos de Carother, Morgan, Stevens, Bridges. Ciclos biológicos en ~~eucariotas~~ organismos haplontes, diplontes y haplo-diplontes.



Herencia ligada al sexo. Cromosomas sexuales. Determinación cromosómica del sexo en eucariotas: *Drosophila*, mariposas, aves y humanos. Compensación de dosis génica, en *Drosophila* y en humanos. Cromatina sexual. Determinación ambiental, no cromosómica del sexo, en reptiles.

Unidad 4. Ligamiento y recombinación

Ligamiento y recombinación meiótica en eucariotas. Intercambio cromosómico: el entrecruzamiento. Frecuencia de recombinación. Experimento de Morgan, comprobación citológica de Creighton-McClintock. Prueba de tres puntos. Interferencia. Análisis de meiosis individuales: tétradas ordenadas y desordenadas. Cartografía cromosómica: construcción de mapas de ligamiento por recombinación. Mapeo por marcadores moleculares: RFNP y VNTR. Utilidad de los mapas de ligamiento. Segregación y recombinación mitótica. Recombinación VDJ. Procariotas y virus descripción genética. Ciclos reproductivos en virus: Bacteriófagos virulentos y atemperados; ciclo lítico y lisogénico. Formas de intercambio de DNA en bacterias: Transformación y conjugación bacterianas. Plásmidos F. Estirpes Hfr. Transducción generalizada y especializada. Plásmidos R. Recombinación en procariotas. Mapas de ligamiento por recombinación en bacterias y virus.

Unidad 5. Cromosomas

Cromosomas A. Cromosomas accesorios o B. Cromosomas politénicos y plumulados. El cariotipo. Caracteres cromosómicos de importancia en estudios citogenéticos. Número y tamaño cromosómicos. Morfología cromosómica: posición del centrómero y de los organizadores nucleolares. Distribución de bandas eucromáticas y heterocromáticas. Técnicas clásicas de tinción y bandeos cromosómicos. Contenido de DNA, el valor C.

Unidad 6. Mutaciones cromosómicas

Cambios en la estructura cromosómica. Deleciones, duplicaciones, inversiones, translocaciones, fusión y fisión céntricas. Efecto de posición. Cambios en el número de cromosomas. Euploidía: organismos monoploides y poliploides. Autopoliploidía y alopoliploidía. Inducción artificial de poliploides. Importancia de la poliploidía en el mejoramiento genético. Aneuploidía: organismos nulisómicos, monosómicos, trisómicos y tetrasómicos. Aneuploides somáticos, mosaicos sexuales. Efectos morfológicos y fisiológicos de las alteraciones cromosómicas. Consecuencias evolutivas. Síndromes humanos por aberraciones cromosómicas.

Unidad 7. Estructura y organización del DNA

El DNA, material genético, demostración experimental-Experimentos de Griffiths-Avery. Estructura química y física del DNA. Modelo de Watson y Crick. Organización del DNA en eucariotas: una molécula por cromosoma. Las histonas y el empaquetamiento del DNA. Secuencias en el DNA: copia única, copias repetidas, DNA espaciador. Relación de las secuencias de DNA con las bandas eucromáticas y heterocromáticas. Estructura del centrómero y los telómeros. El genoma extranuclear: DNA de cloroplastos y mitocondrias, herencia en relación al DNA de las organelas. El genóforo o cromosoma de procariotas. Factores genéticos extracromosómicos: plásmidos y episomas.

Unidad 8. Funciones del DNA

Flujo de la información genética: replicación, transcripción y traducción del mensaje en procariotas y eucariotas. Replicación del DNA: Aparato de replicación. Expresión génica: El RNA, propiedades y tipos (mensajero, ribosómico, transferente, de interferencia). Mecanismos de transcripción. Procesamiento del transcrito primario de RNA en eucariotas. Exones e intrones. Traducción: El código genético: la clave de tripletes: Experimentos de Crick y colaboradores, descubrimiento del código Nierenberg-Matthaei, descubrimiento de los codones de terminación experimento de Brenner. Síntesis de proteínas. Colinearidad gen-polipéptido: Experimento de Yanosky.

Unidad 9. Formas de cambio genético

Mutación en el gen. Mutaciones somática y germinal. Paramutación. Efectos fenotípicos. Detección y selección de mutantes. Técnica de la réplica en placa. Tasa y frecuencia mutacionales. Mutaciones espontáneas e inducidas. Mejoramiento genético por mutaciones. Bases moleculares de la mutación. Tipos. Agentes mutágenos. Sistemas biológicos de reparación del DNA. Mutación y cáncer. Recombinación homóloga. El entrecruzamiento: modelo molecular de Holliday. Mecanismo enzimático de la recombinación. Conversión génica. Transposición de elementos móviles. Mecanismo replicativo y conservativo. Secuencias de inserción y transposones de procariotas. Elementos Ty de levadura y P de *Drosophila*. Elementos controladores en maíz. Retrovirus de mamíferos. Consecuencias fenotípicas.

Unidad 10. Estructura y regulación génica



El concepto de gen: unidad de estructura, cambio y función. Estructura fina del locus *rII* del fago T4: Experimento de Benzer. Recombinación intragénica. Mapa de deleciones. Distribución de mutaciones puntuales espontáneas. Complementación, prueba cis-trans. El cistrón.

Control de la expresión génica en procariontes: Experimento de Jacob y Monod. Sistemas inducibles y reprimibles. El operón. Control negativo y positivo del operón *lac*. Secuencias *cis* y *trans* reguladoras. Regulación génica en eucariontes: a nivel de la transcripción, modificaciones post transcripcionales de RNA, regulación de la traducción de los RNA, modificaciones post-traduccionales de proteínas, regulación en la localización subcelular, regulación por comunicación celular. Desarrollo de algunos ejemplos de regulación génica en eucariontes. Regulación de la cromatina: Epigenética. La herencia epigenética y su relación con enfermedades.

Unidad 11. Ingeniería genética

Construcción de moléculas de DNA recombinante. Enzimas de restricción. Transformación de *E. coli* con DNA recombinante. Vectores. Clonación de secuencias de DNA. DNA complementario (cDNA). Genoteca. Identificación de genes clonados. Método de "Southern blot", tipos de sonda. Secuenciación del DNA. Amplificación de secuencias por la reacción en cadena de la polimerasa del DNA (PCR). Mapas físicos. Marcadores moleculares y localización de secuencias en los cromosomas, RFNP, SNP, VRTR (mini y micro satélites). Electroforesis en gel de campo pulsátil (PFGE). Método de hibridación del DNA "in situ" (ISH), tipos de sonda. Genómica funcional: metodología de microarreglos. Organismos transgénicos. Técnicas para introducir DNA en células eucarióticas. Cromosomas artificiales de levadura (YAC). Infección de plantas con *Agrobacterium*. Microinyección de cigotos de mamíferos. Expresión transgénica. Clonación. Terapia Génica. Aplicaciones prácticas de la tecnología del DNA recombinante.

Unidad 12. Bioética

Introducción a los problemas Bioéticos derivados del análisis y/o de la manipulación genética humana. Reproducción asistida, banco de óvulos, bancos de espermia, alquiler de vientres. Test de paternidad y prenatales. Secuenciación de genomas de individuos sanos o enfermos. Bancos de DNA. Patentes sobre el genoma humano. Pruebas experimentales realizadas en el hombre. Regulación existente: confidencialidad de los datos genéticos, aportación de los mismos de forma anónima para estudios poblacionales-médicos, de seguro médico, farmacéuticos, completa transparencia de la situación en el caso de experimentación en humanos.

PROGRAMA ANALITICO DE CLASES PRÁCTICAS

Práctico 1 - Ciclo celular: Mitosis

Análisis del proceso de la mitosis y el comportamiento de los cromosomas en las distintas fases mitóticas. Adquisición de destreza y habilidad en la realización e interpretación de las preparaciones citológicas.

Actividades prácticas:

- Trabajo experimental de laboratorio: realización de preparados cromosómicos mediante la técnica de aplastamiento o "squash", utilizando la tinción convencional de Feulgen.

Práctico 2 - Ciclo celular: Meiosis

Observación e interpretación de la meiosis al microscopio óptico en preparaciones permanentes y/o realizadas por el alumno. Estudio de la segregación génica y recombinación independiente de los genes. Paralelismo entre el comportamiento de los cromosomas en la meiosis y el modelo mendeliano de herencia. Análisis de las diferencias entre la mitosis y la meiosis.

Actividades prácticas:

- Resolución de problemas: resolver situaciones problemáticas integrando los conocimientos adquiridos.
- Trabajo experimental de laboratorio: realización de preparaciones citológicas con el fin de observar células en división meiótica en plantas e insectos.

Práctico 3 - Mendelismo simple - Análisis mendeliano de caracteres cualitativos: Monohíbridos

Análisis de los experimentos mendelianos e interpretación de la 1ª Ley de Mendel. Presentación de los términos fenotipo, genotipo, gen, alelo, diploide, homocigota, heterocigota, dominancia, recesividad. Métodos para diagramar cruzamientos en monohíbridos: Cuadrado de Punnet. Prueba de fenotipos: autofecundación y cruzamiento de prueba. Diferencias entre retrocruzamiento y cruzamiento recíproco.

Actividades prácticas:

- Resolución de problemas: resolución de problemas genéticos, aplicando los conocimientos adquiridos sobre diferentes mecanismos de transmisión hereditaria.

Práctico 4 - Mendelismo simple - Análisis mendeliano de caracteres cualitativos: Dihíbridos y polihíbridos

Análisis de los experimentos mendelianos e interpretación de la 2ª Ley de Mendel. Métodos para diagramar cruzamientos en dihíbridos y polihíbridos. Cuadrado de Punnet y Método Dicotómico.



Actividades prácticas:

- Resolución de problemas: resolución de problemas genéticos, aplicando los conocimientos adquiridos sobre diferentes mecanismos de transmisión hereditaria.

Práctico 5 - Mendelismo complejo

Alelos múltiples: análisis de series alélicas. Alelos letales: letales recesivos; letales dominantes. Análisis de pedigrís: aplicación de patrones asociados con diferentes modos de herencia. Análisis estadístico de los caracteres cualitativos: prueba de bondad de ajuste de Chi-cuadrado.

Actividades Prácticas:

- El sistema ABO y Rh de grupos sanguíneos: reacciones serológicas para determinar la presencia o no de antígenos.
- Resolución de Problemas.

Práctico 6 - Interacción génica

Interacción Intragénica: Dominancia completa, incompleta, codominancia. Interacción Intergénica: Interacción génica que produce **fenotipos nuevos**; Interacción génica con **epistasis**.

Actividades Prácticas:

- Aplicación de la Técnica de Guignard para identificar el polimorfismo genético que controla la cianogénesis en poblaciones de *Trifolium repens* (trébol blanco).
- Resolución de problemas.

Práctico 7 - Herencia ligada al sexo

Mecanismos de determinación del sexo: Sistemas cromosómicos de determinación del sexo; sistemas génicos de determinación del sexo.; determinación del sexo por factores ambientales.

Determinación del sexo en *Drosophila melanogaster*. Determinación del sexo en los seres humanos. Herencia ligada al sexo: características ligadas al cromosoma X y al cromosoma Y. Herencia *parcialmente ligada* al sexo. Herencia *influida* por el sexo. Herencia *limitada* por el sexo.

Actividades Prácticas:

- Resolución de problemas.

Práctico 8 - Ligamiento, recombinación, mapeo de genes en eucariotas

Concepto de genes ligados y grupo de ligamiento. Recombinación intracromosómica. Recombinación intercromosómica. Cálculo de la frecuencia de recombinación. Ligamiento completo. Ligamiento incompleto. Fase del ligamiento: acoplamiento y repulsión. Prueba para la segregación independiente. Mapeo de genes con frecuencias de recombinación. Interferencia y coincidencia.

Actividades Prácticas:

- Interrelación de conceptos: **Meiosis y F.R.**
- Determinación del orden génico por cruzamientos de dos (pares de genes) y tres puntos.
- Estima de las frecuencias de recombinación a partir de las distancias de mapa.
- Problemas de aplicación y de análisis de datos.

Práctico 9 - Alteraciones cromosómicas estructurales

Analizar distintos mecanismos productores de reordenamientos cromosómicos.

Actividades prácticas:

- Análisis de cariotipos
- Resolución de problemas: resolución de problemas de los distintos mecanismos productores de reordenamientos cromosómicos.

Práctico 10 - Alteraciones cromosómicas numéricas

Analizar distintos mecanismos productores de reordenamientos cromosómicos.

Actividades prácticas:

- Resolución de problemas: resolución de problemas de distintos mecanismos productores de reordenamientos cromosómicos numéricos.

Práctico 11- Purificación de DNA, electroforesis en gel de agarosa y PCR

Observar una purificación de DNA total de plantas o insectos y realizar una corrida electroforética completa, que involucre elaboración del gel, siembra de la muestra, corrida electroforética, tinción del gel y observación del DNA.

Actividades prácticas:

- Trabajo experimental de laboratorio: Extracción de ADN, corrida electroforética en gel de agarosa, y calcular las cantidades de cada componente que se incluirá en la mezcla de reacción para efectuar la PCR.
- Resolución de problemas: problemas relacionados a electroforesis, Extracción de ADN y PCR.



Práctico 12 - Tecnología del DNA recombinante

Elaborar mapas de restricción a partir del análisis de muestras de DNA plasmidico digerido, observadas mediante electroforesis en gel de agarosa, interpretando el mecanismo de acción de las enzimas de restricción. Comprender los pasos de clonado Ejercitar un análisis mediante Bioinformática.

Actividades prácticas:

- Efectuar búsqueda de secuencias en GeneBank. Probar especificidad de los cebadores mediante BLAST.
- Resolución de problemas de clonación.

DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	39
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	20
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	11
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	90

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	20
PREPARACION PRACTICA	
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	20
○ PROYECTO Y DISEÑO	5
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	45

BIBLIOGRAFIA

- GRIFFITHS, A. J. F.; MILLER, J. H.; SUZUKI, D. T.; LEWONTIN, R. C.; GELBART, W.M.; WESSLER, S. R. "Introducción al Análisis Genético". 6, 7, 8 y la 9 Ed. Editorial Freeman.
- LACADENA, J. R. Citogenética. 1996. Editorial Complutense.
- LACADENA, J. R. Genética. 1994. Ed. A.G.E.S.A. Madrid. España.
- SCALDAFERRO, M.; LAS PEÑAS, L.; OCHOA, B.; ROMERO, V.; de la VEGA, A.; JULIO, N. y RISEMBERG, N. Genética: Guía de Trabajos Prácticos. 2012.
- YASHON, R.K. y CUMMINGS, M.R. Genética humana y sociedad. Ed. CENGAGE Learning.
- www.ucm.es/info/genetica

