



PLAN 2011

GENÉTICA MOLECULAR

CARRERA: LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

I. IDENTIFICACIÓN

- | | | |
|----|--------------------------|--|
| 1. | Código | : 43B |
| 2. | Horas Semanales de Clase | : 4 |
| | 2.1. Teóricas | : 2 |
| | 2.2. Prácticas | : 2 |
| 3. | Créditos | : 3 |
| 4. | Pre-Requisito | : 35B (Biología Celular Molecular)
42B (Genética) |

II. JUSTIFICACIÓN

La disciplina trata principalmente sobre el estudio de la estructura y función de los ácidos nucleicos, enfatizando el aprendizaje de los principios básicos de la biología molecular y la genética, también a nivel molecular.

En este curso se hará hincapié en los mecanismos moleculares del DNA¹ tales como replicación, reparación, transcripción, síntesis de proteínas y la regulación de genes en diferentes organismos. Se estudiarán las técnicas y los experimentos utilizados para discernir estos mecanismos. Además, se tratarán en profundidad algunos aspectos del campo de la evolución, incluyendo la estructura de la cromatina, la función y dinámica de la RNA polimerasa, y la regulación de la expresión de genes por diferentes tipos de RNAs.

Uno de los objetivos principales de este curso es instruirse sobre los mecanismos genéticos y moleculares mediante la revelación de ellos a través de los experimentos reales.

III. OBJETIVOS

- Conocer los procesos del mantenimiento y expresión de la información genética en organismos procariontes y eucariontes.
- Aprender la estructura del material genético.
- Identificar y diferenciar los procesos de replicación, recombinación y reparación del DNA.
- Conocer los procesos de transcripción, procesamiento, y traducción del RNA.

¹ Luego de consultar a especialistas sobre cada uno de los temas, se adaptaron algunos términos, en un intento de uniformizar el léxico en el campo de la bioquímica y de la genética molecular (Alberts, B. 2010. Nota de los traductores. En Biología Molecular de la Célula, pp. xxxiv–xxxv. Barcelona: Ediciones Omega).



-
- Conocer los procesos de la traducción del mRNA y la aplicabilidad de la universalidad del código genético a la biotecnología.
 - Conocer los procesos de regulación de la expresión génica. Identificar y diferenciar las distintas técnicas del DNA recombinante y sus aplicaciones biotecnológicas

IV. CONTENIDOS

A. UNIDADES PROGRAMÁTICAS

1. Mantenimiento y expresión de información genética en organismos procariontes y eucariotas.
2. Estructura del material genético.
3. Replicación, recombinación y reparación del DNA.
4. Transcripción y procesamiento del RNA.
5. Traducción.
6. Regulación de la expresión génica.
7. Tecnología del DNA recombinante y sus aplicaciones biotecnológicas.

B. DESARROLLO DE LAS UNIDADES PROGRAMÁTICAS

1. **Mantenimiento y expresión de información genética en organismos procariontes y eucariotas**
 - 1.1. Organización de la información génica.
 - 1.1.1. Concepto de gen.
 - 1.1.2. Localización de los genes en la secuencia de un genoma.
 - 1.1.2.1. Inspección de secuencias.
 - 1.1.2.2. Técnicas experimentales.
 - 1.1.3. Determinación de las funciones de un gen.
 - 1.1.4. Familias de genes.
 - 1.1.5. RNA ribosómico (rRNA).
 - 1.1.6. RNA de transferencia (tRNA).
 - 1.1.7. Organización génica.
 - 1.1.8. Evolución genómica.
 - 1.1.9. Adquisición de nuevos genes.
 - 1.2. Cromatina y transcripción.
 - 1.2.1. Sitios de hipersensibilidad.
 - 1.2.2. Estructura de los nucleosomas.
 - 1.2.3. Posicionamiento translacional y rotacional de los nucleosomas.
 - 1.2.4. Metilación.
 - 1.2.5. Alteración de la organización por factores de transcripción



- 1.2.6. Remodelación.
- 1.2.7. Concepto de locus.
- 1.2.8. Elementos aislantes.
- 1.2.9. Mecanismos genéticos moleculares y origen de tipos celulares especializados.
- 1.2.10. Dominios de cromatina.
- 1.2.11. Estudio de transcriptomas por análisis de chips

2. Estructura del material genético

- 2.1. DNA: Estructura primaria.
- 2.2. Estructuras secundarias.
- 2.3. Topología del DNA: números L, T y W.
- 2.4. Superenrollamiento.
- 2.5. Topoisomerasas: clasificación y mecanismos de acción.
- 2.6. Arquitectura interna del núcleo eucariota.

3. Replicación, recombinación y reparación del DNA

- 3.1. Proceso de replicación.
 - 3.1.1. Proceso de replicación.
 - 3.1.2. Mecanismo de la replicación en procariontes.
 - 3.1.3. Características del sitio de iniciación.
 - 3.1.4. Proteínas iniciadoras y regulación.
 - 3.1.5. Proteínas auxiliares.
 - 3.1.6. Formación del complejo abierto.
 - 3.1.7. Acción de la helicasa.
 - 3.1.8. Relación con la transcripción.
 - 3.1.9. Formación del primosoma.
 - 3.1.10. DNA polimerasas: estructura y actividades enzimáticas.
 - 3.1.11. Formación del replisoma.
 - 3.1.12. Mecanismo de polimerización.
 - 3.1.13. Estructura asimétrica de la holoenzima.
 - 3.1.14. Componente catalítico, complejo accesorio y factor de procesividad.
 - 3.1.15. DNA polimerasas de eucariotas.
 - 3.1.16. Fidelidad de la replicación: mecanismos de control.
 - 3.1.17. Telómeros.
 - 3.1.18. Mecanismo de acción de las telomerasas.
- 3.2. Replicación en eucariotas.
 - 3.2.1. Orígenes múltiples de iniciación.
 - 3.2.2. Maquinarias de replicación.
 - 3.2.3. Origen de replicación en levaduras.
 - 3.2.4. Identificación de orígenes.



-
- 3.2.5. Iniciación de la replicación en eucariotas superiores.
 - 3.2.6. Regulación de la replicación de los genomas eucariotas.
 - 3.2.7. Coordinación de la replicación del genoma y la división celular.
 - 3.2.8. Ciclinas y quinasas dependientes de ciclinas.
 - 3.3. Reparación del DNA.
 - 3.3.1. Mutaciones: causas y efectos.
 - 3.3.2. Hipermutación y posibilidad de mutaciones programadas.
 - 3.3.3. Deleciones.
 - 3.3.4. Inserciones.
 - 3.3.5. Sustituciones.
 - 3.3.6. Frecuencia de mutación.
 - 3.3.7. Flexibilidad adaptativa.
 - 3.3.8. Desaminación.
 - 3.3.9. Depurinización.
 - 3.3.10. Oxidación espontánea.
 - 3.3.11. Formación de dímeros.
 - 3.3.12. Mecanismos de reparación.
 - 3.3.12.1. Sistemas de reparación directa.
 - 3.3.12.2. Reparación por escisión.
 - 3.3.12.3. Errores de apareamiento y corrección de errores de replicación.
 - 3.3.12.4. Reparación de roturas del DNA.
 - 3.3.13. Sistemas de reparación inducibles.
 - 3.4. Recombinación.
 - 3.4.1. Homóloga.
 - 3.4.1.1. Holliday. Meselson-Radding.
 - 3.4.1.2. En Eucariotas y Procariotas.
 - 3.4.1.3. En la reparación del DNA.
 - 3.4.2. Transposición.
- 4. Transcripción y procesamiento del RNA**
- 4.1. Estructura del RNA.
 - 4.1.1. Estructura secundaria intramolecular.
 - 4.1.2. Estructura secundaria intermolecular.
 - 4.1.3. Doble hélice.
 - 4.1.4. Horquillas (stem-loop).
 - 4.1.5. Apareamientos inestables (wobble).
 - 4.1.6. Ribozimas.
 - 4.2. Transcripción.
 - 4.2.1. Proceso de transcripción.
 - 4.2.2. RNA polimerasa I.



- 4.2.3. RNA polimerasa II.
- 4.2.4. RNA polimerasa III.
- 4.2.5. Homología de secuencias.
- 4.2.6. Promotor.
 - 4.2.6.1. Secuencias consenso.
- 4.2.7. Ubicación de promotores.
 - 4.2.7.1. Deleciones.
 - 4.2.7.2. Mutaciones puntuales.
 - 4.2.7.3. Impronta.
 - 4.2.7.4. Promotores para las RNA polimerasas I, II y III.
- 4.2.8. Etapas de la transcripción.
 - 4.2.8.1. Ensamblaje del complejo de iniciación.
 - 4.2.8.2. Despeje del promotor.
 - 4.2.8.3. Elongación.
 - 4.2.8.4. Terminación.
- 4.2.9. Sistemas de transcripción in vivo e in vitro.
- 4.2.10. Iniciación en eucariotas.
 - 4.2.10.1. Factores de transcripción basales para RNA polimerasas I, II, III.
 - 4.2.10.2. Formación de complejo de iniciación.
- 4.2.11. Elongación; mecanismo.
 - 4.2.11.1. Procesividad.
- 4.2.12. Terminación
- 4.3. RNA mensajero (mRNA).
 - 4.3.1. Procesamiento de mRNA en eucariotas.
 - 4.3.1.1. Procesamiento en extremo 3'.
 - 4.3.1.2. Corte y poliadenilación.
 - 4.3.1.3. Poliadenilación alternativa.
 - 4.3.1.4. Procesamiento en extremo 5'.
 - 4.3.1.5. Capping.
 - 4.3.2. Estabilidad del mRNA.
 - 4.3.2.1. Deadenilación.
 - 4.3.2.2. Decapping.
 - 4.3.2.3. Exonucleasas.
 - 4.3.2.4. Secuencias de rápida degradación.
 - 4.3.3. Empalme de exones (splicing).
 - 4.3.3.1. Spliceosoma.
 - 4.3.4. RNAs pequeños nucleares (snRNPs).
 - 4.3.5. Proteínas SR.
 - 4.3.6. Splicing alternativo.
 - 4.3.7. Edición.
 - 4.3.8. Transplicing.



5. Traducción

- 5.1. Universalidad del código genético.
 - 5.1.1. Codones y anticodones.
 - 5.1.2. Degeneración de la tercera base.
- 5.2. Síntesis de proteínas.
 - 5.2.1. Maquinaria basal.
 - 5.2.2. Ribosomas.
 - 5.2.3. Estructura y procesamiento del rRNA.
 - 5.2.4. Ensamblado de ribosomas.
 - 5.2.5. Sitios activos del ribosoma.
 - 5.2.6. Participación del tRNA en la síntesis de proteínas.
 - 5.2.7. Modificación de bases.
 - 5.2.8. Reconocimiento de tRNA por las aminoacil tRNA sintetasas.
 - 5.2.9. Ciclo ribosómico
 - 5.2.10. Traducción en las arqueobacterias.
- 5.3. Etapas de la síntesis proteica.
 - 5.3.1. Iniciación.
 - 5.3.2. Elongación.
 - 5.3.3. Terminación.
 - 5.3.4. Factores involucrados en cada etapa.
 - 5.3.5. Etapas de corrección.
 - 5.3.6. Mecanismo de acción de antibióticos.
 - 5.3.7. Regulación de la síntesis proteica.
 - 5.3.8. Regulación de la traducción por estructura secundaria del RNA.
 - 5.3.9. Regulación de la iniciación.
 - 5.3.10. Corrimiento del marco de lectura (frame shifting).

6. Regulación de la expresión génica

- 6.1. Estrategias celulares para el control de la expresión génica.
- 6.2. Secuencias reguladoras.
- 6.3. Factores de transcripción.
 - 6.3.1. Estructura en dominios.
 - 6.3.2. Principales estructuras secundarias involucradas en la interacción con DNA y en la dimerización.
 - 6.3.3. Dedos de zinc.
 - 6.3.4. Hélice-vuelta-hélice.
 - 6.3.5. Homeodominios.
 - 6.3.6. Cierre de cremallera de leucina.
 - 6.3.7. Factores quiméricos.
- 6.4. Genes reporteros.



- 6.5. Principales familias de factores de transcripción.
- 6.6. Receptores nucleares.
- 6.7. Coactivadores
- 6.8. Especulaciones sobre el mecanismo de regulación de la expresión génica.
- 6.9. Expresión tejido específica.
- 6.10. Expresión génica y metilación.
- 6.11. Acetilación y desacetilación de histonas.

7. Tecnología del DNA recombinante y sus aplicaciones biotecnológicas.

- 7.1. Enzimas de restricción.
- 7.2. Polimerasas, Transcriptasas inversas, Integrasas.
- 7.3. Elección de copia.
- 7.4. Recombinación específica de sitio y aplicaciones en ingeniería genética.
- 7.5. Alteración de apareamiento en levaduras.
- 7.6. Transposición unidireccional.
- 7.7. Plásmidos y genomas de plantas.
- 7.8. Transfección y transgénicos

C. OBJETIVOS PEDAGÓGICOS POR UNIDAD².

Al finalizar el estudio y la práctica de la Unidad 1 “Mantenimiento y expresión de información genética en organismos procariotas y eucariotas”, el estudiante será capaz de:

- Conceptualizar los términos genoma, transcriptoma y proteoma y explicar cómo se vinculan en el proceso de expresión.
- Distinguir entre DNA de codificación y funcional.
- Explicar cómo influye la estructura de la cromatina en la expresión.
- Mencionar los tipos de modificación química que pueden sufrir las proteínas histona (código de histonas).
- Enunciar la importancia de la posición de los nucleosomas para la expresión.
- Aportar detalles de complejos proteicos involucrados en la remodelación de los nucleosomas.
- Explicar cómo se produce la metilación del DNA y comentar la importancia de la metilación en el silenciamiento.
- Describir la participación de la metilación del DNA en el sellado genómico y en la desactivación de X.
- Analizar las características claves de los dominios funcionales, los aisladores y las regiones de control de locus.

Al finalizar el estudio y la práctica de la Unidad 2 “Estructura del material genético”, el estudiante será capaz de:

- Explicar el significado del problema topológico y cómo lo resuelven las topoisomerasas.

² Adaptado a partir de BROWN, T. 2008. *Genomas* 3rd ed., Médica Panamericana, 764p.



FACSA

Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad 3 “Replicación, recombinación y reparación del DNA”, el estudiante será capaz de:

- Describir los modos de replicación por desplazamiento y por círculos rodantes.
- Analizar cómo se inicia la replicación en procariotas y eucariotas.
- Explicar los mecanismos de replicación de las cadenas líder y retrasada de una molécula de DNA.
- Describir los eventos que se producen en la horquilla de replicación procariota e indicar las diferencias con los eucariotas.
- Explicar el mecanismo de la telomerasa en el mantenimiento de los extremos de una molécula de DNA cromosómico en eucariotas, y reconocer posibles vínculos entre longitud de telómeros, senescencia celular y cáncer.
- Comprender los mecanismos de reparación por el cual puede revertirse el daño al DNA.
- Describir la coordinación entre la replicación y el ciclo celular.

Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad 4 “Transcripción y procesamiento del RNA”, el estudiante será capaz de:

- Describir los eventos de corte y las modificaciones involucradas en el procesamiento del RNA funcional en procariotas.
- Analizar el mecanismo de elongación y terminación de los transcritos, junto con los procesos de capping y poliadenilación de mRNA en eucariotas.
- Detallar el ensamblaje completo de iniciación de la transcripción de la RNA polimerasa II en eucariotas y reseñar los procesos equivalentes para las demás RNA polimerasas.
- Distinguir entre las vías de splicing de los diferentes tipos de intrones, con ejemplos de splicing alternativo y trans-splicing.
- Explicar las modificaciones de los rRNAs eucariotas en determinadas posiciones nucleotídicas.
- Proporcionar ejemplos de la edición del RNA y describir los tipos más complejos observados en eucariotas.
- Describir los mecanismos de degradación del RNA eucariota y la participación de los siRNA y miRNA en el silenciamiento.



Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad 5 “Traducción”, el estudiante será capaz de:

- Esquematizar la estructura general de un tRNA y explicar el papel que ella desempeña durante la síntesis de proteínas.
- Describir el mecanismo de unión de un aminoácido a un tRNA.
- Discutir los procesos que garantizan la combinación de los pares correctos de aminoácidos y tRNA.
- Explicar la relación entre codones y anticodones y analizar el wobble en esta interacción.
- Describir el proceso de traducción en procariontes y eucariontes con énfasis en los factores de traducción.
- Analizar la evidencia que conduce a la conclusión de que la peptidiltransferasa es una ribozima.
- Explicar la regulación de la traducción.
- Describir el fenómeno de cambio de marco de lectura durante la fase de elongación.
- Explicar por qué el procesamiento postraduccional de las proteínas es un componente importante en la vía de expresión.

Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad 6 “Regulación de la expresión génica”, el estudiante será capaz de:

- Describir los motivos estructurales claves que permiten a las proteínas formar uniones específicas de secuencia con las moléculas de DNA.
- Detallar las diversas técnicas empleadas para localizar la posición en la que se une una proteína de unión al DNA.
- Identificar las características clave de las RNA polimerasas procariontes y eucariontes, y describir la estructura de las secuencias promotoras que reconocen.
- Explicar el ensamblaje del complejo de iniciación de la transcripción de procariontes y analizar las distintas maneras de controlar este proceso.
- Describir la estructura modular de los promotores eucariontes.
- Explicar cómo influyen los activadores y los represores en el ensamblaje de los complejos de iniciación de la transcripción en eucariontes.
- Detallar las fases de elongación y terminación de la transcripción en procariontes y explicar cómo son reguladas éstas por las proteínas de antiterminación, atenuación y escisión.
- Describir la acetilación y desacetilación de histonas y explicar cómo influyen estas modificaciones en la expresión.



Al finalizar el estudio y práctica de la Unidad 7 “Tecnología del DNA recombinante y sus aplicaciones biotecnológicas”, el estudiante será capaz de:

- Enumerar las actividades y las principales aplicaciones de los diferentes tipos de enzimas empleados en la investigación del DNA recombinante.
- Describir las principales características de las DNA polimerasas
- Distinguir entre las diversas DNA polimerasas utilizadas en biotecnología.
- Resumir el proceso de clonación de DNA en levaduras, animales y plantas.

V. METODOLOGÍA.

La metodología formativa incluirá:

- Clases magistrales en las que el profesor planteará los fundamentos teóricos de la asignatura y resolverá las dudas y cuestiones planteadas por el alumno.
- Prácticas en el laboratorio en las que se realizarán:
 - **Extracción y análisis de DNA y RNA: Extracción, purificación, corridas electroforéticas.** Geles de agarosa.
 - **PCR:** Principios de la técnica de amplificación. Aplicaciones.
 - **Clonado:** Características generales. Plásmidos como vectores de clonado. Clonado en plásmidos: Enzimas de restricción. Ligación. Transformación. Selección. Screening. Bibliotecas genómicas y cDNA. Vectores. Fagos.
 - **Trabajo con una genoteca de clones.**
 - **Técnicas de hibridación:** Southern, Northern, Western.
 - **Polimorfismo de longitud de fragmento de restricción (RFLP):** Análisis de mapas de restricción. Corte de DNA con enzimas de restricción.
 - **Sistemas eucariontes:** Expresión de proteínas. Análisis de secuencias regulatorias de la expresión. Métodos de transformación.
 - **Secuenciación del DNA:** Estrategias. Uso de programas para el análisis de secuencias de DNA y proteínas: Homologías de secuencias. BlastN-P, Traducción de marcos de lectura. Predicción de estructura secundaria.
 - **Manejo de banco de datos de genomas.**
 - **Filogenética molecular:** Reconstrucción de árboles, Aplicaciones.
- Visita a Instituciones que desarrollan técnicas moleculares de rutina.
- Seminarios para la realización de trabajos en grupo por parte de los alumnos sobre temas relacionados con los contenidos de la asignatura.



- Ejercicios prácticos y consultas bibliográficas utilizando una plataforma de e-learning.
- Tutorías personalizadas (presenciales y on-line) en las que el profesor orientará al alumno en su labor de estudio y resolverá las dudas que le plantee.

Se espera que el alumno pueda:

- Describir fenómenos involucrados en la clonación de DNA y la PCR, mencionando aplicaciones y limitaciones.
- Describir con ejemplos de qué manera las enzimas de restricción cortan el DNA y explicar cómo se examinan los resultados de un producto de digestión.
- Detallar las características claves de los vectores de clonación y describir cómo se los utiliza en clonación.

VI. MEDIOS AUXILIARES

- i. Pizarra, marcadores y borrador
- ii. Textos básicos y de consulta
- iii. Publicaciones científicas
- iv. Cañón multimedia
- v. Herramientas computacionales de representación, modelado o simulación y otros programas informáticos
- vi. Plataforma de educación virtual

VII. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE

Con el curso se pretende asentar los conceptos básicos necesarios para el conocimiento de los mecanismos encerrados dentro de la Genética Molecular. Dirigir la visión del estudiante hacia los conceptos moleculares de los procesos ya conocidos anteriormente en las disciplinas correlativas es uno de los propósitos de la asignatura. Durante el semestre, ayudantes de la cátedra ayudarán a fijar el conocimiento a través de ejercicios y repasar ejercicios de tarea que darán una mejor comprensión de los aspectos cuantitativos. La presente asignatura requiere una cantidad sustancial de esfuerzo individual. Mantenerse activo durante todo el semestre y asegurarse de tomar ventaja de todos los recursos posibles ayudarán a completar con éxito este curso.

A través de los principios o conceptos aprendidos en clase, el alumno deberá tener la capacidad de razonar acerca de las posibles aplicabilidades de los mismos en la resolución de problemas biotecnológicos.

La disciplina se enfoca a animar a la experimentación científica a través del aprendizaje, de la resolución de problemas, de la realización de experimentos y del análisis crítico de problemas planteados.



Por tratarse de una materia donde los conocimientos son enriquecidos día a día gracias a las publicaciones científicas en inglés, el estudiante, a través de los seminarios que deberá presentar en base a estas publicaciones, desarrollará su capacidad de manejar un idioma foráneo dentro de su propio campo profesional. Esto le dará una visión más globalizada y lo preparara para competir no solo en el campo laboral nacional sino también internacional o en la búsqueda de post grados en el extranjero.

Serán utilizadas estrategias educacionales consistentes en clases magistrales, clases prácticas, clases de repaso y resolución de problemas relacionados con cada unidad. Estimular y motivar al alumno a la construcción de su propio aprendizaje es el objetivo educacional de todo el semestre.

VIII. EVALUACIÓN

Se evaluarán tanto los conocimientos teóricos adquiridos como la capacidad de relación entre los conocimientos teóricos y prácticos, además de la exposición de trabajos y seminarios individuales y/o colectivos y la capacidad para asimilar los conocimientos expuestos por estas vías. Para esta evaluación se realizarán pruebas presenciales y no presenciales, considerándose la participación del alumno en las actividades individuales on-line mediante la plataforma virtual.

VII. BIBLIOGRAFÍA

A. BÁSICA

BROWN, T. 2008. Genomas 3rd ed., Médica Panamericana, 764p.

GREEN, M. & SAMBROOK, J. 2012. Molecular Cloning: A Laboratory Manual 4th ed., Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2028p.

KREBS, J.E., GOLDSTEIN, E.S. & KILPATRICK, S.T. 2012. Lewin Genes Fundamentos 2nd ed., Editorial Medica Panamericana, 831p.

LEWIN, B. 2008. Genes IX. México: McGraw-Hill, 844p.

LUQUE CABRERA, J. & HERRÁEZ SÁNCHEZ, A. 2001. Texto ilustrado de biología molecular e ingeniería genética: conceptos, técnicas y aplicaciones en ciencias de la salud, Madrid: Madrid Harcourt, 469p.

PRIMROSE, S.B. & TWYMAN, R. 2009. Principles of Gene Manipulation and Genomics, John Wiley & Sons, 667p.



WALKER, J.M., RAPLEY, R., CHAPLIN, M., BICKERSTAFF, G. & SMALES, M. 2009. Molecular Biology and Biotechnology Revised., Royal Society of Chemistry.

WATSON, J., BAKER, T., BELL, E., GANN, A., LEVINE, M. & LOSICK, R. 2005. Biología Molecular del Gen 5th ed., Buenos Aires; Madrid: Editorial Médica Panamericana.

WATSON, J.D., MYERS, R.E., CAUDY, A.A. & WITKOWSKI, J.A. 2009. DNA Recombinante: Genes y Genomas 3rd ed., Artmed.

WEAVER 2007. Molecular Biology 4th ed., McGraw-Hill.

B. COMPLEMENTARIA

ALBERTS, B. 2010. Biología Molecular de la Célula 5th ed., Ediciones Omega, 1728p.

AFFYMETRIX. 2010. Educator Resources. Recuperado junio 30, 2011, a partir de http://www.affymetrix.com/about_affymetrix/outreach/educator/index.affx

CAMPBELL, P. 2007. Nature Collections: Cancer Genomics. Nature. Recuperado agosto 6, 2011, a partir de <http://www.nature.com/nature/supplements/collections/cancergenomics/>

CAMPBELL, P. 2007. Nature Collections: Metagenomics. Nature. Recuperado agosto 6, 2011, a partir de <http://www.nature.com/nature/supplements/collections/metagenomics/>

CAREY, M., PETERSON, C.L. & SMALE, S.T. 2008. Transcriptional Regulation in Eukaryotes: Concepts, Strategies, and Techniques 2nd ed., Cold Spring Harbor Laboratory Press.

CLARK, D.P. & PAZDERNIK, N.J. 2011. Biotechnology: Academic Cell Update Edition, Academic Press, 768p.

DALE, J.W. & PARK, S.F. 2010. Molecular Genetics of Bacteria, John Wiley & Sons, 403p.



- ELLIOTT, D. & LADOMERY, M. 2011. Molecular Biology of RNA, Oxford University Press, USA, 460p.
- FITZGERALD-HAYES, M. & REICHSMAN, F. 2009. DNA and Biotechnology, Academic Press, 401p.
- GIBSON & MUSE 2009. A Primer of Genome Science, Third Edition 3rd ed., Sinauer Associates, Inc, 370p.
- IYENGAR, M.S. 2010. Symbolic Systems Biology: Theory and Methods (Biological Science, Jones & Bartlett Publishers, 232p.
- KREBS, J.E., GOLDSTEIN, E.S. & KILPATRICK, S.T. 2012. Lewin's GENES XI 11th ed., Jones & Bartlett Learning, 940p.
- MELICK, A.S. & RODGERS, L. EDS. 2006. Lab Ref, Volume 2: A Handbook of Recipes, and Other Reference Tools for Use at the Bench, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 248p.
- MICKLOS, D.A., HILGERT, U. & NASH, B. 2012. Genome Science: A Practical and Conceptual Introduction to Molecular Genetic Analysis in Eukaryotes, Cold Spring Harbor Laboratory, 692p.
- MIKO, I. & LEJEUNE, L. 2009. Essentials of Genetics, Cambridge, MA: NPG Education. <http://www.nature.com/scitable/ebooks/essentials-of-genetics-8>
- NATURE REVIEWS GENETICS. 2011. Article series: Modes of transcriptional regulation. Nature. Recuperado agosto 6, 2011, a partir de http://www.nature.com/nrg/series/transcriptionalregulation/index.html?WT.ec_id=NRG-201108
- O'CONNOR, C.M. & ADAMS, J.U. 2010. Essentials of Cell Biology, Cambridge, MA: NPG Education. <http://www.nature.com/scitable/ebooks/essentials-of-cell-biology-14749010>
- Synthetic Biology. (2012). PLOS Collections: <http://www.ploscollections.org/syntheticbiology>
- RIO, D.C., JR, M.A., HANNON, G.J. & NILSEN, T.W. 2010. RNA: A Laboratory Manual, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 586p.



ROSKAMS, J. & RODGERS, L. EDS. 2002a. Lab Ref, Volume 1: A Handbook of Recipes, Reagents, and Other Reference Tools for Use at the Bench, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 272p.

ROSKAMS, J. & RODGERS, L. EDS. 2002b. Lab Ref: A Handbook of Recipes, Reagents, and Other Reference Tools for Use At the Bench, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 288p.

SCITABLE Chromatin in Eukaryotic Regulation. Scitable by Nature Education.
<http://www.nature.com/scitable/ebooks/chromatin-in-eukaryotic-regulation-16549786/contents>

SCITABLE Genomics. Scitable by Nature Education.
<http://www.nature.com/scitable/ebooks/genomics-4/contents>

SCITABLE Intro to Biotechnology: Techniques and Applications. Scitable by Nature Education. <http://www.nature.com/scitable/ebooks/genomics-4/contents>

SCITABLE The Elaboration of the Central Dogma. Scitable by Nature Education.
<http://www.nature.com/scitable/ebooks/genomics-4/contents>

TROPP, B.E. 2011. Molecular Biology: Genes to Proteins, Fourth Edition 4th ed., Jones & Bartlett Learning, 1136p.

WILLIAMS, S.A., SLATKO, B.E. & MCCARREY, J.R. 2006. Laboratory Investigations In Molecular Biology, Jones & Bartlett Learning, 235p.