Universidad de Navarra

Métodos instrumentales en bioquímica y biología molecular II (F.Ciencias)

Guía docente 2025-26

PRESENTACIÓN

Breve descripción: Esta asignatura comprende diferentes metodologías instrumentales utilizadas en Histología, Bioquímica, Biología Celular y Molecular, para la purificación, caracterización, cuantificación, localización, modificación y medición de la interacción entre biomoléculas.

Titulación: 3º curso Grado en Bioquímica y 5º curso doble Grado en Química y Bioquímica

Módulo 4 / Materia 4.1: Métodos Bioquímicos y Biología Molecular de Sistemas / Métodos Instrumentales Cuantitativos

ECTS: 6

Semestre: 1º y 2º semestre

Carácter: Asignatura obligatoria

Profesores:

- Dra. Esther Larrea Leoz (elarrea@unav.es) *Profesora responsable de la asignatura*
- Dr. Luis Montuenga Badía (lmontuenga@unav.es)
- Dr. Juan José Martínez Irujo (jjmirujo@unav.es)
- Dr. Iñigo Izal (inizal@unav.es)
- Dra. Marina Martín Rodríguez (mmartinr.1@unav.es)

Idioma: Castellano. Se utilizará material complementario en inglés.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

Competencias específicas:

CE1 Analizar problemas cualitativos y cuantitativos en Bioquímica a través de hipótesis científicas que puedan examinarse empíricamente.

CE2 Aplicar las técnicas e instrumentos propios de la experimentación en Bioquímica y Biología Molecular con seguridad.

CE8 Conocer bien las diferentes metodologías instrumentales cuantitativas utilizadas en Bioquímica y Biología Molecular, así como las nuevas disciplinas que constituyen la Biología Molecular de Sistemas y que requieren el manejo de datos masivos.

CE13 Aplicar los conocimientos, conceptos y teorías de las Biociencias moleculares y de la Biomedicina a la práctica.

Competencias generales y básicas:

CG3 Trabajar en equipo, seleccionar y elegir la metodología de trabajo y distribución defunciones. Saber escuchar y hacer uso de la palabra con intervenciones positivas y constructivas.

CG6 Trabajar de forma adecuada en un laboratorio con material químico y/o biológico, incluyendo seguridad, manipulación y eliminación de residuos, registro anotado de actividades e interpretación de los resultados.

CB2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB5 Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

PROGRAMA

PARTE I: Métodos Histológicos

El contenido de esta parte de la asignatura se basa en casos sobre proyectos de investigación reales o simulados. Estos sirven para analizar cómo se aplican diversas tecnologías y se analizarán posibles alternativas metodológicas, fundamentos de las diversas modalidades, diseño de experimentos y selección de metodologías. Esta metodología se aplica tanto en seminarios teóricos como sesiones prácticas.

Seminarios teóricos:

Introducción

Diseño experimental

Tipos y procesamiento de muestras

Inmunolocalización

Inmunolocalización II y marcadores fluorescentes

Microscopía fluorescente y confocal

Localización de orgánulos

Hibridación de ácidos nucleicos *in situ*

Proliferación y apoptosis

Microscopía electrónica

Presentación trabajos voluntarios

Sesiones prácticas:

Análisis de procesamiento histológico

Inmunodetección e hibridación *in situ*

Visualización de muestras en microscopio de campo claro, microscopio de fluorescencia y TEM

Visualización de muestras en microscopio confocal e intravital

Análisis de imagen

Parte II:

1. Purificación de lactato deshidrogenasa (LDH) de corazón bovino. Solubilización de la enzima. Centrifugación: cálculo de las r.p.m. a partir de la fuerza centrífuga (*g*). Precipitación fraccionada con sulfato amónico. Diálisis de la muestra. Técnicas cromatográficas.

2. Purificación de LDH mediante cromatografía de afinidad con azul de cibacrom. Preparación y equilibrado de la columna. Elución por afinidad. Determinación de la cantidad de proteínas en cada una de las fracciones: método de Bradford. Medida espectofotométrica de la actividad enzimática. Cálculo de la actividad específica. Tabla de purificación.

3. Caracterización de la LDH purificada. SDS-PAGE: principios y fundamentos de la técnica. Análisis mediante SDS-PAGE de las distintas fracciones de la purificación. Tinción con azul de Coomasie. Comparación con la enzima comercial. Cálculo de la movilidad relativa (Rf). Determinación del tamaño de cada subunidad. Electroforesis nativa en gel de agarosa. Determinación de isoenzimas de la LDH: Filtración en gel: fundamento y aplicaciones. Rango de fraccionamiento, tamaños de malla y resolución. Calibración de una columna de exclusión molecular. Volumen vacío y cálculo del *K*av. Medida de la masa molecular de la LDH nativa mediante filtración en gel. Determinación de la estructura cuaternaria de la LDH: cálculo del número y tamaño de subunidades.

4. Estudio cinético de la LDH purificada. Concepto de velocidad inicial. Efecto de la concentración de piruvato sobre la velocidad de la reacción enzimática. Determinación de la Km y Vmax aparentes. Representaciones de Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk y Eadie-Hofstee. Ventajas e inconvenientes de las transformaciones de la ecuación de Michaelis-Menten. Estudios de inhibición. Efecto del oxamato sobre la LDH. Determinación del tipo de inhibición. Representaciones gráficas y cálculo de parámetros cinéticos.

Parte III:

PCR en el diagnóstico virológico del virus de la hepatitis C

1. PCR cualitativo: Doble PCR anidada. Determinación de ausencia o presencia del virus de la hepatitis C en suero de pacientes mediante doble PCR anidada. Preparación de geles. Realización de las PCR dobles anidadas. Carga y carrera de los geles. Tinción. Estudio de resultados. Controles y contaminación.

2. PCR cuantitativo: PCR en tiempo real

a) Cuantificación absoluta: determinación de la viremia del virus de la hepatitis C en suero de pacientes mediante qPCR absoluta: Preparación de estándares. Realización de las qPCRs con fluorocromo genérico. Análisis de resultados. Cálculos de la eficiencia de la qPCR.

b) Cuantificación relativa: determinación de la carga viral del virus de la hepatitis C en biopsias hepáticas de pacientes mediante qPCR relativa: Realización de la qPCR del virus. Realización de la qPCR de la actina. Análisis de resultados.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

PARTE I: MÉTODOS EN HISTOLOGÍA Y BIOLOGÍA CELULAR

ACTIVIDADES PRESENCIALES

1. Prácticas de laboratorio

Universidad de Navarra

Metodología: Sesiones prácticas realizadas en el laboratorio coordinadas con las charlas expositivas y los seminarios de la asignatura. El contenido de las clases, incluyendo un guion con el protocolo de trabajo que se va a seguir, estará a disposición de los alumnos en el sistema ADI con la antelación suficiente para que pueda se leído antes de acudir a las clases. Se pretende que el alumno pueda seguir el protocolo y llevar a cabo la técnica por su cuenta con las indicaciones y la asistencia del profesor en todo momento. Se discutirán los resultados en el propio laboratorio.

Competencias que se adquieren: el alumno adquiere conocimiento y destreza en el manejo del material de laboratorio, y aprende a utilizar y entender distintas técnicas instrumentales y analíticas de un laboratorio de experimentación.*

La asistencia a las sesiones de laboratorio asignadas a cada alumno es obligatoria, salvo causa mayor justificada.

2. Seminarios y casos prácticos

Metodología: En estas sesiones el profesor debatirá en clase una serie de casos, que el alumno debe haber leído previamente; expondrá también la fundamentación y las posibles aplicaciones de las técnicas que se desarrollarán en prácticas. Se pretende dotar al alumno de un conocimiento lo más completo posible del arsenal de técnicas de biología celular y morfología que se pueden llevar a cabo para resolver un problema biológico determinado. En la evaluación se tendrá en cuenta la participación en los seminarios. Competencias que se adquieren: el alumno aclara sus conocimientos, y aprende a tomar decisiones en relación al diseño y estrategia experimental en el ámbito de la investigación académica, clínica o industrial.

3. Exposición de trabajos

Los alumnos que aspiren a Matrícula de Honor deben entregar un trabajo original. Algunos de estos trabajos serán expuestos en una sesión específica.

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

1. Ejercicios online y lectura previa de material para prácticas y seminarios

Metodología: Antes de algunas de las sesiones prácticas, al alumno se le solicita una actividad que supone resolver algún ejercicio relacionado. Estas actividades deben entregarse en un plazo establecido antes de cada práctica. Los casos de discusión en los seminarios hay que leerlos antes de la sesión. Estarán a disposición del alumno antes de cada seminario.

2. Trabajos voluntarios

Metodología: Elaboración de un trabajo voluntario de menos de 20 páginas sobre una técnica reciente del ámbito de la biología celular y la histología, no tratada en las sesiones (ver rúbricas relacionadas). El profesor presentará una lista de sugerencias de temas, de la que se puede seleccionar alguno. Varios alumnos pueden seleccionar el mismo tema, pero el trabajo es individual. En la sección de contenidos se recoge la rúbrica para la evaluación del trabajo. También aparecerá la lista de temas sugeridos, pero el alumno puede proponer otro tema de su interés. Hay que comunicar por correo electrónico al profesor de la asignatura la intención de hacer el trabajo y el tema que se propone desarrollar. Unos pocos trabajos se seleccionarán para su presentación en clase. Es un trabajo voluntario para subir nota. Se sumará un máximo de 1,5 puntos a la nota final de la parte I. Si el trabajo es seleccionado para presentación, el estudiante puede obtener hasta 0,3 puntos (incluidos en

el 1,5 máximo). La nota final de la parte I nunca será superior a 10. El trabajo es un requisito para obtener la Matrícula de Honor. La calificación del trabajo no se añadirá a la nota final de la parte I, si no se ha aprobado esta parte de la asignatura.

3. Estudio personal

Competencias que se adquieren: el alumno desarrolla la capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas e interpretación de resultados.

PARTE II: PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LACTATO DESHIDROGENASA DE CORAZÓN BOVINO

ACTIVIDADES PRESENCIALES

1.- Prácticas de laboratorio (14 h: 4 grupos, trabajo en parejas). Cada alumno deberá completar un proyecto de purificación y caracterización cinética y estructural de lactato deshidrogenasa (LDH) de corazón bovino. Se facilitará a los estudiantes un guion de laboratorio con los principales objetivos de cada práctica en el que recogerán los resultados obtenidos y su interpretación. También se subirán vídeos explicativos sobre el contenido de las mismas. Para su realización es necesario previamente haber visto los vídeos y leído el guion correspondientes a la práctica,

2.- Test "on line" (1 h) Al comenzar y al finalizar cada práctica se realizará sendos test en el laboratorio, relacionados con la misma. Estos test valdrán un 30% de la nota final

3.- Tutorías (1 h, individual). Para consultas sobre la transformación, interpretación y discusión de los resultados obtenidos y sobre la elaboración del informe.

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

1.- Elaboración de un informe (individual). Al finalizar las prácticas se realizará un informe final que se entregará en el Departamento de Bioquímica y Genética y que contará un 70% en la nota final. Aunque las prácticas se realizan en parejas, **el informe es individual**. El informe debe recoger los resultados de los experimentos y la explicación de los mismos. En el informe NO se copia el protocolo. Debe tener un máximo de 20 páginas, incluidas las gráficas que realizarán a mano en papel milimetrado. Además del documento impreso, se debe subir una copia electrónica del mismo en formato pdf a Adi.

2.- Visualización de los vídeos de cada práctica. Cada día los alumnos deberán ver los vídeos que se suban sobre el fundamento y desarrollo de cada práctica y el guion correspondiente. También deberán consultar los vídeos donde se explica cómo elaborar el informe final.

PARTE III: PCR EN EL DIAGNÓSTICO VIROLÓGICO DEL VIRUS DE LA HEPATITIS C

Durante la semana de prácticas se explicarán los fundamentos básicos de la doble PCR anidada y la PCR cuantitativa (qPCR), sus diferentes componentes y variedades. Los alumnos aprenderán a realizar y analizar las diferentes técnicas citadas. El alumno al terminar la semana de prácticas entregará un pequeño informe (máximo 2 hojas) con los resultados y explicaciones de lo realizado en el laboratorio. Cada grupo preparará durante la semana de práctica un PROYECTO DE INVESTIGACIÓN en el que se deberá incluir alguna de las técnicas de PCR utilizadas en clase. El último día de prácticas, cada grupo expondrá el proyecto de investigación (máximo 10 minutos).

EVALUACIÓN

Universidad de Navarra

Cada una de las tres partes de la asignatura se evaluará por separado. La calificación final se calculará haciendo la media ponderada (la parte I cuenta el doble que la II y III) de las tres partes de la que se compone la asignatura. Será necesario superar la parte I y alguna de las partes II y III para aprobar la asignatura.

CONVOCATORIA ORDINARIA

PARTE I

1. Calificación de las sesiones de laboratorio 30%: en la calificación de las prácticas se tendrán en cuenta dos aspectos fundamentales; la evaluación del cuaderno de prácticas y la evaluación de la participación del alumno en las sesiones. La asistencia a las sesiones de laboratorio asignadas a cada alumno es obligatoria.

2. Examen final teórico-práctico 70%: dada la naturaleza de la asignatura, el examen final será conjunto de la parte teórica y de las prácticas. Consistirá en tres partes: una serie de preguntas (entre 35 y 50) de tipo test; algunas preguntas cortas de desarrollo y un caso práctico. Las preguntas de tipo test se referirán a los siguientes contenidos: a) la parte teórica de los temas de los seminarios (recogida, entre otros, en las páginas del libro de texto y las diapositivas utilizadas en los seminarios); b) contenidos analizados en prácticas c) dos o tres preguntas en relación a los trabajos voluntarios presentados por los alumnos en la sesión previa al examen. Será necesario obtener una calificación mínima de 4 en cada parte del examen para promediar la calificación. En el caso de las preguntas cortas, si se obtiene 3 o menos puntos en el 50% de las preguntas no se podrá aprobar el examen.

3. Trabajo para Matrícula (también puede servir para subir nota, como máximo 1,5 puntos hasta un total máximo de 10 puntos). La relación de temas de los posibles trabajos se ha colgado en documento aparte. Los alumnos que aspiren a Matrícula de Honor deben entregar un trabajo original al final de curso. Se utilizará alguna herramienta para determinar la originalidad de los trabajos. La falta de originalidad o plagio en los trabajos conllevará el suspenso de la asignatura, de acuerdo con la normativa de la Universidad (http://www.unav.edu/web/master-en-investigacion-biomedica/politica-educativa-y-plagio).

Se desaconseja el uso de chat GPT. En el caso de que algún párrafo proceda de esta aplicación es necesario señalarlo de forma específica. No se admitirá más de un 20% del contenido del trabajo.

4. Las respuestas a los cuestionarios de los seminarios o a las preguntas que puedan formularse en ADI a toda la clase podrán utilizarse para ajustar la calificación final.

5. Solo se cambiará la fecha del examen en las situaciones previstas en la normativa de exámenes. Si fuese necesario hacer algún cambio, el formato del examen puede ser diverso del descrito en el punto 2, incluido formato oral.

PARTE II

1.Cada día se realizarán dos exámenes test "on line", a la entrada y a la salida del laboratorio (30% nota)

2. Al finalizar las prácticas se realizará un informe final (70% nota) que se entregará en el Departamento de Bioquímica y Genética (Edificio de Investigación, 2ª planta),

3. Además del documento impreso, se debe subir una copia electrónica del mismo en formato pdf a Adi.

4. Las prácticas se realizan por parejas, pero el informe es individual. El informe debe recoger los resultados de los experimentos y la explicación de los mismos. En el informe NO se copia el protocolo.

5. El informe debe tener un máximo de 20 páginas, incluidas las gráficas (que se harán a mano en papel milimetrado).

PARTE III

La valoración de esta parte de la asignatura se realizará atendiendo a los siguientes criterios:

1. Participación e interés en el laboratorio (hasta 2 puntos)

Lectura del cuaderno del laboratorio, limpieza y orden de la mesa, atención a las explicaciones, habilidades en el

manejo de instrumentos del laboratorio, interés por lo que hace, entiende y pregunta.

2. Resultados (hasta 2 puntos)

Valoración de los resultados y explicaciones de las prácticas realizadas en el laboratorio presentadas en un pequeño informe individual.

3. Cuestionarios realizados con ADI en el laboratorio (hasta 1,5 puntos)

4. Proyecto de investigación (hasta 4,5 puntos)

Se valorará la creatividad y originalidad de la propuesta (hasta 0,5 punto), la presentación, exposición y estructura del proyecto (hasta 0,5 punto), pero fundamentalmente la descripción y explicación detallada de las técnicas de qPCR usadas (hasta 3 puntos). Preguntas realizadas a los compañeros que realizan la presentación (hasta 0,5 puntos).

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

La evaluación será semejante a la de la convocatoria ordinaria.

Se conservará la nota de la parte aprobada.

HORARIOS DE ATENCIÓN

PARTE I

El Dr Montuenga estará disponible durante el tiempo de duración de la primera parte de la asignatura. Para quedar, escribirle previamente a su correo electrónico lmontuenga@unav.es o llamarle por teléfono a la extensión 812012 del CIMA (948 194700)

PARTE II

Los Dres. Iñigo Izal (inizal@unav.es) y Juan José Martínez Irujo (jjmirujo@unav.es) estarán disponibles durante el segundo semestre. Para quedar, es conveniente escribir previamente por correo electrónico. jjmirujo@unav.es. Despacho 2061 (Edificio de Investigación).

PARTE III

La Dra. Esther Larrea estará disponible durante el tiempo de duración de toda la asignatura. Para quedar, escribirle previamente a su correo electrónico elarrea@unav.es. Despacho 0270 (Edificio Los castaños)

Universidad de Navarra

BIBLIOGRAFÍA

PARTE I (Todos los títulos están disponibles en la Biblioteca de Ciencias)

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

L. Montuenga, F.J. Esteban, A. Calvo, "Técnicas en Histología y Biología Celular" 2ª Edición. Elsevier-Masson 2014.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Otros libros y monografías que cubren el temario de esta asignatura se encuentran en la sección Cit (5) de la Biblioteca de Ciencias

1. Técnicas y microscopía

J.A Kiernan. “Histological and histochemical methods: theory and practice” (4ª ed), Bloxham (Oxfordshire) 2008. Cit (5) 001.171

F. Rost and R. Oldfield, "Photography with a microscope", Cambridge University Press. Cambridge, 2000. Cit (5) 1155

R. García del Moral, "Laboratorio de Anatomía Patológica", Interamericana McGraw-Hill, 1993. Disponible en sala de lectura: S.ANAT.PAT.002.030

F.W.D. Rost, "Fluorescence microscopy (2 vol.)", Cambridge University Press. Cambridge, 1995. Cit (5) 001.130

J.D. Bancroft and A. Stevens, "Theory and Practice of Histological Techniques", Churchill Livingstone, Edimburg, 2008. Cit.(5) 001.096

M. Lucquin y M. Langeron, "Manual de microscopía", Ed Labor. Barcelona, 1985. Cit (5) 1085

R.A.B. Drudy y E.A. Wallington, "Carleton´s histological technique" (4ª ed), Oxford University Press. New York, 1967.

Samar, Avila, Esteban, "Tecnicas Histológicas. Fundamentos y Aplicaciones". Universidad Nacional de Córdoba. Argentina (por ahora sólo disponible en el Departamento)

2. Técnicas Inmunocitoquímicas

S. Renshaw. “Immunohistochemistry”, Bloxham (Oxfordshire): Scion, 2007. Cit (5) 001.173

I. Martin-Lacave y T. Garcia-Caballero. Atlas de inmunohistoquímica. Caracterización de células, tejidos y órganos normales. Ed. Díaz de Santos. Madrid. 2012. Cit (5). 001.008

M. A. Hayat, "Microscopy, immunochemistry and antigen retrieval methods", Kluwer Academic. New York, 2002. Cit (5) 001.160

S. R. Shi, J. Gu , C.R. Taylor, "Antigen retrieval techniques immunohistochemisty and molecular morphology", Eaton Publishing, Naton (MA) 2000. Cit (5) 001.158

M.A. Peinado, J.A. Pedrosa y J. Rodrigo, "Avances en inmunocitoquímica y técnicas relacionadas", Ediciones Universidad de Jaén. Jaén, 1996. 3 ejemplares en sala de lectura: S. Cit.(5) 001.004

J.M. Polak, S. Van Noorden, "Introduction to immunocytochemistry",(2a.Ed.). Oxford. BIOS Scientific Publishers. Springer, 1997. Cit (5) 001.157

3. Hibridación in situ

A.R. Leitch y cols., "In situ hybridization: A practical guide", Royal Microscopy Society; Microscopy Handbooks 27. Bios Scientific Publishers Ltd., 1994. Cit.(5) 001.108

4. Técnicas de microscopía electrónica

M.A. Hayat, "Principles and techniques of electron microscopy. Biological applications" (4ª ed), Cambridge University Press. Cambridge, 2000. Cit (5) 001.152

S.L. Flegler, J. W. Heckman, K. L. Klompanens, "Scanning and transmission electron microscopy; an introduction", Oxford University Press. New York, 1995. Cit (5) 001.162

M.J. Dykstra, "Biological electron microscopy. Theory, techniques and troubleshooting", Plenum Press. New York, 1992. Cit (5) 001.154

D.G. Robinson y col., "Methods of preparation for electron microscopy". Springer-Verlag, 1987. Cit.(5) 001.056

5. Análisis de Imagen

R. Balduck and J. Graham, "Image processing and analysis. A practical approach" (4ª ed), Oxford University Press. New York, 2000. Cit (5) 001.148

C.V. Howard y M. G. Reed, "Unbiased stereology. Three dimensional measurement in microscopy", Bios Scientific Publishers. Oxford, 1998. Cit (5) 001.159

R. Wootton, D.R. Springall, and J.M. Polak, "Image analysis in histology, conventional and confocal microscopy" / edited by Cambridge University Press. Cambridge, 1995. Cit.(5) 001.117

6. Microscopía confocal

J.B. Pawley, "Handbook of biological confocal microscopy" (3ª ed), Plenum Press. New York, 2006. Cit (5) 001.146 (Libro electrónico)

7. Revistas científicas relevantes para la asignatura

Nature Methods

Biotechniques

Microscopy and Analysis

Journal of Visualized Experiments (JOVE)

(actualmentela Universidad de Navarra no se encuentra suscrita a esta revista, pero sí a la plataforma con vídeos científicos)

Journal of Histochemistry and Cytochemistry

Histochemistry and Cell Biology

Journal of Histotechnology

Universidad de Navarra

Applied Immunohistochemistry and Molecular Morphology

Biotechnic and Histochemistry

Microscopy Research and Techniques

Journal of Microscopy

Micron

Methods in Cell Biology

Acta Histochemica et Cytochemica

Folia Histochemica et Cytobiologica

PARTE II

En español:

1. Núñez de Castro I (2001). Enzimología. Editorial Pirámide, Madrid.

Tratamiento formal de la cinética química y enzimática. Fundamentos y aplicaciones del análisis enzimático. S.BIOQUI.(2) 001.091

2. Voet D y Voet JG (1992) Bioquímica. Ediciones Omega, Barcelona. Cap. 5: "Técnicas de purificación de las proteínas" Explica varias técnicas utilizadas en la purificación de enzimas. Buenos gráficos. S.BIOQUI.(2) 001.072

3. Segel, IH (1982) Cálculos de Bioquímica. Ed. Acribia. Zaragoza. El capítulo dedicado a las enzimas está centrado sobre todo en la cinética con abundantes representaciones gráficas. Los problemas propuestos son muy interesantes y de nivel variable. S.BIOQUI.(2)001.066

En inglés:

1. Scopes RK (1994) Protein purification: principles and practice. Third Edition. Springer, New York. Excelente y detallado manual sobre purificación de enzimas. Explica tanto la teoría como la práctica de la purificación de proteínas BIOQUI.(2) 001.673

2. Price NC and Stevens L (1999). Fundamentals of Enzymology: The cell and molecular biology of catalytic proteins. Oxford University Press. cap. 2: "The purification of enzymes". Nociones de purificación de enzimas. Pedagógico aunque incompleto. Muestra ejemplos interesantes de purificación de varias enzimas.BIOQUI.(2) 001.724

3. Whitaker JR (1994) Principles of Enzymology for the food sciences. Marcel Dekker, New York. Resumen bastante completo de la purificación de enzimas. Enfoque práctico. BIOQUI. (2) 1647

PARTE III

Protocolos de PCR en tiempo real (para avanzados) http://www.protocol-online.org/prot/Molecular_Biology/PCR/Real-Time_PCR/index.html

MATERIAL SUPLEMENTARIO

Recientemente la Universidad de Navarra se ha suscrito a SPRINGER NATURE EXPERIMENTS https://www.springernature.com/gp/librarians/products/databases-solutions/experiments

Universidad de Navarra

Este recurso contiene más de 80.000 protocolos de laboratorio. Este recurso de Springer , junto con otros que ya suscribimos (, etc.), forma Nature Nature methods, Nature Protocols un producto de gran interés para los investigadores. Se trata de una solución única para procedimientos de laboratorio que contiene la colección más grande de protocolos y métodos para las ciencias de la vida y aplica inteligencia artificial de vanguardia para identificar técnicas y organismos mencionados en el contenido. Esto permite a los usuario encontrar de manera rápida y sencilla los protocolos y métodos más relevantes para su investigación. Las áreas temáticas cubiertas incluyen Bioquímica, Bioinformática, Biotecnología, Investigación del Cáncer, Biología Celular, Genética/Genómica, Imágenes, Inmunología, Enfermedades Infecciosas, Microbiología, Medicina Molecular, Neurociencia, Farmacología y Toxicología, Ciencia de Plantas y Ciencia de Proteínas.