



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO Genética Forense Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Licenciatura en Criminología

30 de junio de 2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	7
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>7</i>
<i>Reglamento de uniforme.....</i>	<i>7</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>8</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>8</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>9</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	11
PRÁCTICAS.....	13
FUENTES DE INFORMACIÓN	19
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	20
ANEXOS	31

INTRODUCCIÓN

El Manual de Prácticas de Laboratorio de Genética Forense ha sido diseñado como una herramienta fundamental para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes que cursan esta asignatura en la Universidad Estatal de Sonora. Su propósito principal es guiar el desarrollo de habilidades teórico-prácticas en el análisis genético aplicado al ámbito forense, mediante experiencias en el laboratorio que favorezcan la comprensión, aplicación y evaluación de técnicas empleadas en la resolución de casos reales o simulados dentro del sistema de justicia penal acusatorio.

La inclusión de este manual dentro del programa académico se justifica por la necesidad de proporcionar a los estudiantes un recurso sistematizado, claro y contextualizado que les permita integrar los conocimientos adquiridos en clase con la práctica experimental. En un campo tan riguroso y específico como la genética forense, resulta indispensable familiarizarse con los procedimientos técnicos, las normas de bioseguridad, los criterios de calidad y la interpretación adecuada de resultados, de forma que se fortalezca su formación científica y profesional.

A través de las prácticas contempladas en este manual, el estudiante podrá desarrollar competencias integrales en tres niveles clave. En primer lugar, se fortalecerán competencias blandas como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, el pensamiento crítico, el uso ético de la información científica y el manejo responsable de tecnologías aplicadas en el laboratorio. Estas habilidades transversales son esenciales para desenvolverse en entornos colaborativos, tanto académicos como profesionales.

En segundo lugar, se abordarán competencias disciplinares, enfocadas en el dominio de conocimientos específicos como los fundamentos de la genética y la biología molecular, la replicación y expresión del ADN, así como las técnicas moleculares empleadas en el análisis de indicios biológicos (como PCR, citogenética y extracción de ADN). Estas prácticas permiten afianzar las bases teóricas del curso mediante su aplicación directa en el laboratorio, fomentando la precisión, el análisis crítico y el cumplimiento de estándares de calidad.

Finalmente, se apuntalarán competencias profesionales, al simular escenarios reales de investigación criminal donde el estudiante debe aplicar sus conocimientos para analizar evidencias, interpretar resultados genéticos y elaborar informes con rigor científico, respetando los principios éticos y legales que rigen la labor forense. Esto contribuye directamente al perfil de egreso del programa, formando profesionistas capaces de participar de manera competente y ética en procesos de procuración de justicia.

Este manual no solo busca facilitar el aprendizaje técnico, sino también cultivar una actitud responsable, analítica y comprometida con el papel que la genética desempeña en la justicia moderna. Al brindar experiencias prácticas estructuradas y alineadas con los elementos de competencia del curso, se pretende que el estudiante no solo "aprenda haciendo", sino que reflexione sobre el impacto real de su quehacer científico en la vida de las personas y en la sociedad.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Genética Forense	
Clave	CRI16B2	Créditos	6
Asignaturas Antecedentes	CRI11B1	Plan de Estudios	2017

Área de Competencia	Competencia del curso
Argumentar informes de carácter criminológico en base a principios éticos con fundamento en el derecho mexicano, mediante la aplicación de distintas técnicas forenses	Aplicar la genética forense como una herramienta de diagnóstico con base en el análisis de muestras de ADN con la finalidad de aplicar los conocimientos en la investigación de casos de homicidio, violación, paternidad y los procesos correspondientes dentro de la aplicación del sistema de justicia penal acusatorio

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
3	1	1	0	5

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	01/06/2025
Responsables del diseño	Heidy Burrola Núñez
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
Práctica 1. Introducción al laboratorio de genética	Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación.
Práctica 2. Mitosis	Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.
Práctica 3. Técnica de PCR	Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación. Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.
Práctica 4. Muestreo de ADN	Coadyuvar en las tareas de investigación que realiza un agente del Ministerio Público.
Práctica 5. Obtención de ADN	Coadyuvar en las tareas de investigación que realiza un agente del Ministerio Público.
Práctica 6. PCR en tiempo real	Utilizar las distintas técnicas de la criminalística para el desarrollo de una investigación. Investigar y realizar estudios específicos sobre delitos.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

1. Uso de bata obligatorio de acuerdo a los lineamientos establecidos en el reglamento de uniforme.
2. Por seguridad y orden:
 - a. No correr, fumar, vapear, ingerir bebidas ni alimentos.
 - b. No presentarse en estado inconveniente.
 - c. Está prohibido el ingreso de personas ajenas a la institución.
3. Uso de vestimenta adecuada:
 - a. Pantalón de algodón o mezclilla.
 - b. Zapato cerrado.
 - c. No portar accesorios.
 - d. Cabello recogido, en caso de ser necesario.
 - e. Uso de uniforme de acuerdo al Programa Educativo.
4. El docente deberá asegurarse que los estudiantes utilicen adecuadamente el equipo de protección personal durante el desarrollo de la práctica.
5. En ausencia del docente, la práctica no podrá ser realizada.
6. Los estudiantes harán la solicitud de materiales y equipos dentro de los primeros veinte minutos de iniciar la práctica.
7. Los usuarios deberán evitar, en la medida de lo posible, estar solicitando materiales, equipos y reactivos a destiempo.
8. Se deberá cumplir y respetar la calendarización de prácticas fijada.
9. En caso de requerirse sesión extraordinaria, el docente solicitará al encargado del laboratorio el permiso de acuerdo con la disponibilidad en las instalaciones.
10. Es obligación de los usuarios limpiar su mesa de trabajo antes y después de la práctica.
11. No dejar en los botes de basura ni en las tarjas de lavado los desechos al finalizar la experimentación.
12. Los objetos punzo cortantes deberán ser desechados en el contenedor correspondiente.
13. Los útiles escolares y pertenencias personales deberán ser colocados en los estantes correspondientes.
14. El estudiante deberá resarcir los daños que por negligencia o intencionalmente ocasione a los bienes de la Universidad.
15. Al término de la práctica, el docente deberá cerciorarse que las llaves de gas y agua estén debidamente cerradas.
16. El docente deberá disponer correctamente los residuos peligrosos generados.
17. Los usuarios deberán registrarse en las bitácoras correspondientes.

Reglamento de uniforme

1. Portar bata blanca en todo momento al interior del laboratorio. Esta debe ser de manga larga, sin llegar a cubrir el puño, larga hasta aproximadamente la rodilla, de botones o velcro y de algodón. La bata debe usarse cerrada y estar limpia.
2. El usuario debe de utilizar zapato cerrado y pantalón de algodón o mezclilla. No usar accesorios.
3. El uso de un uniforme propio del Programa Educativo no exime el uso de la bata.

Uso adecuado del equipo y materiales

1. Todos los materiales, reactivos, equipos e insumos suministrados por el almacén, pertenecen a la Universidad Estatal de Sonora, salvo que se indique lo contrario.
2. Ningún material, equipo, reactivo o insumo deberá ser sustraído del laboratorio o de su almacén sin previo consentimiento del auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
3. Los materiales, equipos, reactivos e insumos deberán ser solicitados por el docente con el formato correspondiente al auxiliar de laboratorio con al menos tres días hábiles de anticipación de la práctica (Anexo 1).
4. El estudiante deberá solicitar el material dentro de los primeros veinte minutos de empezar la práctica.
5. Los docentes deberán instruir a los alumnos sobre el uso correcto de los materiales, equipos y reactivos que manejarán durante la práctica, así como de los posibles riesgos por su uso.
6. Por su naturaleza, todas las sustancias químicas deben ser tratadas como peligrosas y, por lo tanto, deben ser manipuladas con estrictas medidas de seguridad y bajo la supervisión del docente, auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
7. Durante las prácticas, los docentes son los responsables de las sustancias químicas y velar por su correcto uso.
8. Los materiales y equipos pueden ser prestados a los estudiantes durante sus prácticas de laboratorio, bajo el entendido de que, en caso de dañarlos, deben de reponerlos.
9. Cualquier daño, incidente o accidente sobre los materiales y equipos del laboratorio, deberá ser reportado inmediatamente al docente, auxiliar de laboratorio o encargado del mismo.
10. Los usuarios son responsables de regresar los materiales y equipos de laboratorio utilizados limpios y secos.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

1. Desde la planeación de la práctica, el docente deberá tener en cuenta la generación de residuos peligrosos, colocando en el Formato de "Solicitud de materiales, equipos y reactivos" (Anexo 1) la cantidad de residuos que se esperan generar.
2. El docente explicará a los estudiantes el manejo correcto de los residuos peligrosos generados, así como de su correcta disposición en el contenedor correspondiente.
3. Los desechos punzocortantes deberán depositarse en el contenedor rojo debidamente identificado. Solo debe depositarse el extremo cortante, no las piezas plásticas, tapones o empaques.
4. Una vez finalizada la práctica, el docente deberá entregar los recipientes con residuos peligrosos debidamente etiquetados al encargado o auxiliar de laboratorio.
5. El encargado o auxiliar de laboratorio deberá anotar en la bitácora correspondiente a residuos peligrosos y llevarlos al Almacén temporal de la Universidad Estatal de Sonora para su debida disposición final; con el visto bueno del encargado de residuos peligrosos de la universidad.
6. Para más información, formatos de etiquetas, ejemplos de llenado de bitácora, revisar el Manual de Manejo de residuos peligrosos, que puede encontrar con el siguiente Código QR.



Procedimientos en caso de emergencia

1. Conocer la ubicación y uso de:
 - a. Extintores
 - b. Ducha de seguridad y lavaojos
 - c. Botiquín de primeros auxilios
 - d. Salidas de emergencia
2. Identificar la emergencia. De acuerdo con Protección Civil del Estado de Sonora, se le considera Emergencia a una situación de peligro o desastre que requiere atención inmediata y acciones urgentes para salvar vidas, proteger bienes, y evitar o reducir el sufrimiento y las pérdidas derivadas de un evento inesperado o un riesgo colectivo.
3. Mantener la calma en todo momento.
4. Dar aviso al docente y al encargado o auxiliar de laboratorio.
5. Evaluar la situación para tomar las medidas pertinentes.
6. Dar aviso a las autoridades universitarias.
7. En todo momento, salvaguardar la seguridad propia y las vidas humanas es primordial. Nunca actuar solo.

En Caso de Derrame Químico

Derrame pequeño (no corrosivo ni tóxico):

1. Usar guantes y material absorbente (papel, toallas especiales).
2. Limpiar el área con agua y jabón.
3. Desechar los residuos en contenedores adecuados.

Derrame grande o peligroso (ácidos, solventes, reactivos tóxicos):

1. Evacuar el área inmediatamente.
2. Informar al responsable.
3. Limpiar utilizando el equipo de protección personal adecuado.
4. Aislar el área para evitar exposición de otros.

En Caso de Fuga de Gas

1. No encender ni apagar interruptores eléctricos.
2. Cerrar la válvula de gas si es seguro hacerlo.
3. Abrir puertas y ventanas para ventilar.

4. Evacuar el laboratorio y notificar al responsable.
5. Llamar a mantenimiento o protección civil.

En Caso de Incendio

1. Activar la alarma contra incendios (en caso de que exista).
2. Utilizar el extintor solo si:
 - i. El fuego es pequeño
 - ii. Se conoce su uso.
 - iii. Hay una salida libre cercana.
- b. Si el fuego es grande:
 - i. Evacuar de inmediato.
3. Cerrar puertas al salir sin bloquear salidas.
4. No usar elevadores.
5. Llamar al 911 y reportar el incendio.
6. Reunirse en el punto de encuentro designado.

En Caso de Explosión

1. Protegerse detrás de una mesa o estructura firme.
2. Alejarse de vidrios y materiales sueltos.
3. Evacuar el laboratorio con precaución tras la explosión.
4. Reportar a autoridades universitarias de inmediato.

En Caso de Contacto o Exposición a Sustancias Químicas

1. En piel o ropa:
 - a. Usar la ducha de emergencia durante al menos 15 minutos.
2. En ojos:
 - a. Enjuagar en el lavaojos durante al menos 15 minutos.
3. Inhalación de vapores:
 - a. Salir al aire libre de inmediato y respirar con normalidad.
4. Notificar siempre al responsable y acudir a revisión médica.

Primeros Auxilios

1. En caso de quemaduras, cortes o accidentes:
 - a. Informar inmediatamente al docente, auxiliar o responsable de laboratorio.
 - b. Aplicar primeros auxilios básicos.
 - c. Llamar a emergencias si es necesario.
2. Nunca administrar medicamentos sin autorización médica.

Evacuación General

1. Seguir las rutas de evacuación señaladas.
2. No correr ni empujar.
3. No regresar por objetos personales.
4. Reunirse en el punto de encuentro y esperar instrucciones.

Reporte de Emergencias

Todo incidente o accidente debe registrarse en el Formato de Reporte de Incidentes del Laboratorio, detallando lo ocurrido y las acciones tomadas.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia I
	Bosquejar los principios básicos de la genética y biología molecular y los procesos ocurridos desde la replicación del ADN hasta la producción de ARN y proteínas con la finalidad de aplicarlos en la resolución de casos de investigación criminal cumpliendo los controles de calidad empleados en las técnicas.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Introducción al laboratorio de genética	Reconocer el funcionamiento del laboratorio de genética forense para garantizar el uso correcto de los materiales y equipos, siguiendo las normas de bioseguridad, dentro del contexto de la investigación criminalística, desarrollando habilidades de comunicación y responsabilidad individual.
Práctica No. 2	Mitosis	Observar e interpretar el proceso de mitosis con el fin de identificar las fases celulares relevantes en muestras biológicas, utilizando el microscopio de manera adecuada, en el contexto de un análisis forense, promoviendo la atención al detalle y el pensamiento crítico.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II
	Describir las técnicas de diagnóstico genético básicas empleando control de calidad en el laboratorio (citogenéticas y moleculares) utilizadas con la finalidad de analizar indicios encontrados en la escena del crimen.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Técnica de PCR	Aplicar la técnica de PCR para amplificar fragmentos específicos de ADN con la finalidad de obtener evidencias genéticas útiles en una investigación forense, respetando los procedimientos técnicos establecidos, dentro del marco de simulaciones de casos reales, fomentando el trabajo colaborativo y el manejo ético de datos.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia III
	Explicar los resultados y características obtenidos de las principales pruebas genéticas y de biología molecular aplicadas en la investigación forense con la finalidad de explicar los resultados obtenidos con calidad analítica en el proceso legal de forma adecuada.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 4	Muestreo de ADN	Realizar la recolección adecuada de muestras biológicas con el objetivo de preservar la integridad del ADN, bajo protocolos de cadena de custodia, en un contexto simulado de escena del crimen, desarrollando la responsabilidad, el trabajo en equipo y la toma de decisiones.
Práctica No. 5	Obtención de ADN	Extraer ADN a partir de muestras biológicas con la finalidad de obtener material genético útil para su posterior análisis, siguiendo métodos validados y control de calidad, dentro del entorno de un laboratorio forense, fortaleciendo la organización, la precisión y la autonomía en el trabajo técnico.
Práctica No. 6	PCR en tiempo real	Implementar la técnica de PCR en tiempo real para cuantificar y analizar ADN en muestras forenses, cumpliendo criterios de calidad y especificidad, en contextos simulados de análisis pericial, desarrollando el pensamiento analítico y el uso de tecnologías aplicadas.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Introducción al laboratorio de genética
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer el funcionamiento del laboratorio de genética forense para garantizar el uso correcto de los materiales y equipos, siguiendo las normas de bioseguridad, dentro del contexto de la investigación criminalística, desarrollando habilidades de comunicación y responsabilidad individual.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>El laboratorio de genética forense es un espacio especializado en el análisis de muestras biológicas para fines legales. En este entorno se manipulan indicios como sangre, cabello o saliva, con el objetivo de identificar perfiles genéticos mediante técnicas de biología molecular. Por ello, es esencial que el estudiante conozca el equipo básico, las normas de bioseguridad y el protocolo de manejo de evidencias, asegurando tanto la validez de los resultados como su admisibilidad en procesos judiciales.</p> <p>Además, comprender la organización del laboratorio, los tipos de muestras que pueden ser procesadas y la correcta documentación de cada procedimiento resulta vital para mantener la cadena de custodia. Esta práctica introduce al estudiante en los estándares técnicos y éticos del trabajo forense, promoviendo una actitud científica y meticulosa desde el primer contacto con el entorno profesional.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio óptico • Micropipetas y puntas de diversos tamaños • Centrífuga (de preferencia microcentrífuga) • Tubos de microcentrífuga o Eppendorf • Termociclador • Cabina de bioseguridad tipo II • Cámara electroforética con fuente de energía • Baño maría • Espectrofotómetro (nanodrop) • Agitadores • Vórtex • Cámara de gel con transiluminador • Refrigerador y congelador

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar los equipos que estén disponibles en los laboratorios de la unidad académica, explicar su funcionamiento y su uso dentro del laboratorio de genética forense • De aquellos equipos que no estén disponibles, mostrar imágenes y/o fotos. • Los estudiantes deberán manipular los objetos que estén disponibles.

RESULTADOS ESPERADOS
Los estudiantes entenderán lo específico y costoso que es un laboratorio de biología celular enfocado

en el análisis genético, para ello, deberán tomar notas, fotos e ilustrar el uso de cada uno de los dispositivos mencionados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Cuál es la función de la cámara electroforética?
- ¿Cómo debe ser la manipulación correcta de una micropipeta para evitar que se descalibre?
- ¿A qué temperatura debe de estar el refrigerador y el congelador para la conservación de muestras?
- ¿Para qué se usa el termociclador?
- ¿Qué diferencia hay entre la cabina de bioseguridad I y la II?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitió comprender la importancia de las normas de bioseguridad, el uso adecuado del equipo y el entorno controlado que exige el trabajo en genética forense. Familiarizarse con el laboratorio sienta las bases para desarrollar procedimientos confiables, fundamentales en la cadena de custodia y en la obtención de resultados válidos ante el sistema judicial.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Visitar un laboratorio de biología molecular
- Entrevistar a un experto en biología molecular

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<p>Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación: Entrega puntual de reportes Actitudes y Valores.</p> <p>Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores:</p> <p>Competente Sobresaliente = 10 Competente Avanzado = 9 Competente Intermedio = 8 Competente Básico = 7 No Aprobado = 6</p> <p>Evaluación formativa: Análisis descriptivo Participación en aula Respeto hacia los compañeros</p>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Rubrica de investigación de conceptos Rubrica de reporte de laboratorio</p>
Formatos de reporte de prácticas	<p>Formato de reporte de prácticas</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Mitosis
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Observar e interpretar el proceso de mitosis con el fin de identificar las fases celulares relevantes en muestras biológicas, utilizando el microscopio de manera adecuada, en el contexto de un análisis forense, promoviendo la atención al detalle y el pensamiento crítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La mitosis es un proceso fundamental de división celular que permite el crecimiento, mantenimiento y reparación de los tejidos en organismos eucariotas. En genética forense, la observación de las fases de mitosis permite identificar células en división activa, lo cual puede ser relevante para la caracterización de tejidos o la obtención de núcleos celulares en determinadas muestras biológicas.</p> <p>El análisis microscópico de las fases mitóticas —profase, metafase, anafase y telofase— proporciona evidencia visual del orden molecular en el cual se replica y distribuye el material genético. Esta práctica afianza los conocimientos sobre estructura y comportamiento celular, y entrena al estudiante en la observación crítica, la toma de imágenes y la identificación de patrones celulares, competencias clave en la interpretación de indicios biológicos.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Microscopio compuesto • Portaobjetos • Cubreobjetos • Bisturí con mango • Vaso de precipitados de 500 ml • Picadientes • Agua de la llave • Cajas de petri • Papel secante • Pinzas • HCL 1N • Colorante Acetorceína o acetocarmín • Ácido Acético al 45 % • Nota: en caso de no tener Acetorceína, esta puede ser remplazada por safranina y azul de metileno.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Coloca una cebolla en un recipiente con agua durante una semana, de modo que sólo la base toque el agua. Mantenla en la oscuridad hasta que tenga nuevas raicillas de unos 2 cm de largo. • 2. Haz un corte de 1.5 mm de la punta de la raíz. • 3. Coloca el corte en una caja de petri que contenga HCl 1N, previamente calentado a 40° C durante 10 minutos (hidrolizar). • 4. Retira el exceso de HCl con una toalla absorbente.

- 5. Colocar el corte en una caja de petri que contenga el colorante acetorceína durante 20 minutos (el colorante debe cubrir la raíz y evitar que esta se seque).
- 6. Trasladar el corte a un portaobjetos limpio y agregar una gota de ácido acético al 45 % (recoger el exceso del ácido acético con papel absorbente).
- 7. Colocar rápidamente el cubreobjetos y presiona con la goma de un lápiz y haz un squash, es decir, expande el tejido para que se forme una sola capa de células y se pueda observar al microscopio.
- 8. Observar la preparación al microscopio, a y buscar un buen campo, en 10x, 40x y 100x; hacer un esquema de las fases de la mitosis que se puedan identificar.
- 9. Si la preparación es buena y se quiere conservar por unos días se sellan los lados del cubreobjetos con barniz transparente de uñas.

RESULTADOS ESPERADOS

El estudiante comprenderá de manera significativa la replicación celular mediante un:

- Diagrama de flujo
- Fotografías del procedimiento
- Fotografías de las observaciones a través del microscopio
- Identificación de las fases observadas
- Explicación de cada observación

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Por qué en la interfase no se pueden observar los cromosomas?
2. ¿En qué fase de la mitosis se observan los cromosomas alineados en el ecuador de la célula?
3. ¿Por qué se utilizaron las células de la punta de las raíces de la cebolla para realizar esta práctica?
4. ¿Qué sucede durante la citocinesis?
5. ¿Qué diferencias existen entre la mitosis de una célula animal y en una célula vegetal?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Observar las fases de la mitosis refuerza los conocimientos sobre biología celular, esenciales para entender el origen, estructura y división del material genético. Esta práctica prepara al estudiante para identificar células viables en muestras biológicas, lo cual es clave en la evaluación de tejidos y en análisis forenses que requieren autenticación celular.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Observar una muestra fija de células de cebolla en fase de mitosis
Hacer una maqueta de la mitosis
Hacer un cartel sobre la mitosis

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación:
Entrega puntual de reportes

	<p>Actitudes y Valores.</p> <p>Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores:</p> <p>Competente Sobresaliente = 10 Competente Avanzado = 9 Competente Intermedio = 8 Competente Básico = 7 No Aprobado = 6</p> <p>Evaluación formativa: Análisis descriptivo Participación en aula Respeto hacia los compañeros</p>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Rubrica de investigación de conceptos Rubrica de reporte de laboratorio</p>
Formatos de reporte de prácticas	<p>Formato de reporte de prácticas</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Técnica de PCR
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar la técnica de PCR para amplificar fragmentos específicos de ADN con la finalidad de obtener evidencias genéticas útiles en una investigación forense, respetando los procedimientos técnicos establecidos, dentro del marco de simulaciones de casos reales, fomentando el trabajo colaborativo y el manejo ético de datos.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) es una técnica fundamental en genética forense que permite amplificar regiones específicas del ADN a partir de cantidades mínimas de muestra. Esta amplificación posibilita la obtención de perfiles genéticos con un alto grado de sensibilidad, incluso cuando el ADN está degradado o es escaso, lo que la convierte en una herramienta poderosa en investigaciones de paternidad, identificación de cadáveres o vinculación de sospechosos con una escena del crimen.</p> <p>El principio técnico de la PCR se basa en la replicación in vitro del ADN mediante ciclos de desnaturalización, alineamiento de cebadores y síntesis por una ADN polimerasa termoestable. Comprender cada fase del proceso, así como las condiciones óptimas de temperatura y reactivos, permite al estudiante ejecutar la técnica con precisión y evaluar la calidad del producto amplificado mediante electroforesis o análisis posterior.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Proyector • Bocina • Computadora • internet • micropipeta • 2 tubos Eppendorf • punta para micropipeta

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Ingresar a la página web https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/pcr/ • Revisar junto al docente el contenido de la página web • El docente se apoyará en la micropipeta y el tubo Eppendorf para ilustrar el video y contenido de la página web • Bajo supervisión del docente, el estudiante manipulará la micropipeta, pasando alícuotas de agua destilada de un tubo a otro.

RESULTADOS ESPERADOS
El estudiante comprenderá lo minucioso que es el trabajo de replicación de ADN con la técnica de PCR.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La aplicación de la técnica de PCR demostró cómo la amplificación del ADN es una herramienta indispensable en la genética forense moderna. La conexión entre el principio molecular y su uso en la identificación de personas, pruebas de parentesco y resolución de delitos ilustra el impacto real de esta técnica en el ejercicio profesional.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Análisis del caso del asesinato de Jane Britton <https://www.bbc.com/mundo/noticias-46381016>
Análisis del primer caso forense resuelto por PCR, el caso Pitchfork. <https://metode.es/revistas-metode/article-revistas/laboratorio-los-tribunales.html>

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

<p>Criterios de evaluación</p>	<p>Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación: Entrega puntual de reportes Actitudes y Valores.</p> <p>Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores: Competente Sobresaliente = 10 Competente Avanzado = 9 Competente Intermedio = 8 Competente Básico = 7 No Aprobado = 6</p> <p>Evaluación formativa: Análisis descriptivo Participación en aula Respeto hacia los compañeros</p>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p>Rubrica de investigación de conceptos Rubrica de reporte de laboratorio</p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<p>Formato de reporte de prácticas</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Muestreo de ADN
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Realizar la recolección adecuada de muestras biológicas con el objetivo de preservar la integridad del ADN, bajo protocolos de cadena de custodia, en un contexto simulado de escena del crimen, desarrollando la responsabilidad, el trabajo en equipo y la toma de decisiones.

FUNDAMENTO TÉCNICO
<p>El muestreo de ADN consiste en la recolección de material biológico que contiene información genética. En el contexto forense, esta etapa es crítica porque de ella depende la integridad de la evidencia y la posibilidad de establecer vínculos entre la muestra y las personas involucradas en un caso. Las fuentes comunes de ADN incluyen sangre, saliva, semen, cabello y restos epiteliales presentes en objetos o superficies.</p> <p>El fundamento técnico de esta práctica incluye el uso de guantes, hisopos estériles, tubos de recolección y etiquetas de identificación, además del seguimiento estricto de un protocolo que garantice la trazabilidad de la muestra (cadena de custodia). Esta actividad permite al estudiante aplicar criterios de selección de muestras útiles, identificar sitios probables de recuperación de ADN y comprender la importancia de minimizar la contaminación cruzada.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • 3 pipetas Pasteur • Tijeras • Pinzas • Bolsas de plástico de cierre hermético • Bolsa de papel • 1 caja • Bridas de plástico (cinchos) • Tubo de recolección de Sangre • Cámara fotográfica • Guantes • Indicadores de Indicios • Etiquetas • Rotulador (plumón permanente)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Toda persona que interviene cuenta con su equipo de protección (Guantes. bata, etc.). • 2. Se realizaron pruebas con el líquido/mancha rojiza en la escena, resultando positivo en sangre. • 3. Se realizó un levantamiento de indicios según el método correspondiente, incluyendo embalaje. • 4. Se realizó el etiquetado de cada indicio. • 5. Cada paso realizado fue fotografiado. • 6. Finalmente, todo indicio embalado y etiquetado fue enviado al laboratorio de

- ciencias forenses (de manera simulada por supuesto)

Procedimiento para el docente:

- Previamente, preparó diversas “escenas del crimen” en el laboratorio, con objetos con cabello, manchas de sangre en el suelo, en telas, una posible “arma” homicida (cuchillo de plástico), etc. Objetos que usarán los alumnos para trabajar su simulación.
- Se recomienda usar sangre falsa para evitar problemas biológicos y legales.
- A los alumnos, se les explicó en clase el método correcto de levantamiento de indicio vigente en la legislación mexicana actual.

RESULTADOS ESPERADOS

El estudiante entiende la importancia de la cadena de custodia, la claridad del etiquetado y el correcto transporte de indicios para su correcto análisis en el laboratorio forense en búsqueda de material genético. Para ello, se deberá contar con:

- Evidencia fotográfica
- Etiquetas llenadas
- Muestras recolectadas y transportadas correctamente
- Reporte de laboratorio.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuáles son las consecuencias de una mala praxis a la hora de una recolección de muestras en una escena del crimen?
2. ¿Cuál es la cantidad de sangre que se debe de recolectar en el tubo con tapón morado?
3. ¿En qué tipo de bolsa se debe de transportar las partes anatómicas como tejido, hueso, etc.? Y ¿por qué?
4. ¿Cómo se puede transportar de manera segura un objeto punzocortante como un cuchillo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta actividad reforzó la importancia de una recolección adecuada de muestras, basada en protocolos rigurosos que garanticen su integridad. El vínculo entre teoría y práctica se refleja en la responsabilidad que implica trabajar con evidencia biológica que puede ser decisiva en un proceso legal.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Análisis de caso forense real y la importancia de la recolección de evidencias. Por ejemplo, el caso “starcaise”

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación:
Entrega puntual de reportes
Actitudes y Valores.

Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de

	<p>evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores:</p> <p>Competente Sobresaliente = 10 Competente Avanzado = 9 Competente Intermedio = 8 Competente Básico = 7 No Aprobado = 6</p> <p>Evaluación formativa: Análisis descriptivo Participación en aula Respeto hacia los compañeros</p>
<p>Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño</p>	<p>Rubrica de investigación de conceptos Rubrica de reporte de laboratorio</p>
<p>Formatos de reporte de prácticas</p>	<p>Formato de reporte de prácticas</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	Obtención de ADN
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Extraer ADN a partir de muestras biológicas con la finalidad de obtener material genético útil para su posterior análisis, siguiendo métodos validados y control de calidad, dentro del entorno de un laboratorio forense, fortaleciendo la organización, la precisión y la autonomía en el trabajo técnico.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La obtención de ADN, también conocida como extracción, es el proceso mediante el cual se aísla el material genético de células presentes en muestras biológicas. Este procedimiento es esencial para poder llevar a cabo pruebas posteriores como PCR o secuenciación. Existen distintos métodos de extracción (orgánico, con columnas de sílica, por calor, etc.), y su elección depende del tipo de muestra, la cantidad de ADN y el nivel de pureza requerido.</p> <p>En esta práctica, el estudiante se familiariza con los pasos para romper las membranas celulares, inactivar enzimas degradadoras y purificar el ADN utilizando reactivos específicos. La eficiencia de la extracción impacta directamente en la calidad de los resultados genéticos, por lo que dominar esta técnica es crucial para un desempeño profesional competente en escenarios reales o simulados.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • 2 pipetas 10 ml • 2 pipetas Pasteur • Succionador de pipeta • Cámara Fotográfica • Guantes • Jugo de piña (de preferencia, frío) • Agua mineral (de preferencia, fría) • Jabón de platos • Ablandador de carne • Cloruro de sodio (sal) • Alcohol etílico • 2 vasos de precipitados 100 ml

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • 1. Retener un trago de agua mineral y pasarlo por la boca por 2 minutos (NO hacer gárgaras ni buches), depositar el agua en un vaso de precipitados de 250 ml. • 2. Con ayuda de una pipeta de 10ml y un succionador, pasar 30 ml del agua escupida a un vaso de precipitados de 100 ml. Esta es nuestra muestra. • 3. En otro vaso de precipitados de 250 ml preparar una solución de 120 ml de agua con 2 cucharadas soperas de sal (cloruro de sodio). Mezclar muy bien. • 4. En otro vaso de precipitados se revuelven 2 cucharadas de jabón con una de agua.

- 5. A la muestra se le agrega una cucharada de jugo de piña y una pizca de ablandador de carne y se revuelve.
- 6. Se le agrega a la muestra una cucharada de la solución salina, se revuelve.
- 7. Se le agrega a la muestra una cucharada del jabón con agua, se revuelve.
- 8. Se deja reposar 10 min.
- 9. Con ayuda de la pipeta Pasteur, se va dejando caer lentamente por las orillas del vaso de precipitados de la muestra, alcohol etílico, hasta doblar la cantidad.
- 10. Observa el ADN en la interfase

RESULTADOS ESPERADOS

El estudiante comprenderá el principio de la extracción de ADN a partir de células humanas. Para ello, realizará:

- Diagrama de flujo
- Fotografiar el procedimiento y el resultado
- Explicar el principio y la razón de usar cada una de las sustancias.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuál es la función del ablandador de carne?
2. ¿Cuál es la función de la sal?
3. ¿Cuál es la función del jugo de piña?
4. ¿Cuál es la función del jabón de trastes?
5. En la muestra de ADN obtenida en esta práctica, ¿es posible que esté presente ADN bacteriano? Explica cómo lo evitan en los laboratorios de biología molecular.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La extracción de ADN permitió al estudiante aplicar principios teóricos de biología molecular para obtener material genético útil en análisis forenses. Esta habilidad técnica es esencial en el campo profesional, ya que garantiza la calidad y confiabilidad del ADN que será analizado en etapas posteriores.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Exposición de un análisis de caso resuelto por ADN por parte de los estudiantes
Ver el contenido del laboratorio virtual de la Universidad de Utah
<https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction/>

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación:
Entrega puntual de reportes
Actitudes y Valores.

Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento

	<p>Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores:</p> <p>Competente Sobresaliente = 10 Competente Avanzado = 9 Competente Intermedio = 8 Competente Básico = 7 No Aprobado = 6</p> <p>Evaluación formativa: Análisis descriptivo Participación en aula Respeto hacia los compañeros</p>
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Rubrica de investigación de conceptos Rubrica de reporte de laboratorio</p>
Formatos de reporte de prácticas	<p>Formato de reporte de prácticas</p>

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	PCR en tiempo Real
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar la técnica de PCR en tiempo real para cuantificar y analizar ADN en muestras forenses, cumpliendo criterios de calidad y especificidad, en contextos simulados de análisis pericial, desarrollando el pensamiento analítico y el uso de tecnologías aplicadas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
<p>La PCR en tiempo real (qPCR) es una variante de la PCR convencional que permite cuantificar en tiempo real la cantidad de ADN amplificado, mediante el uso de sondas fluorescentes. Esta técnica ofrece mayor sensibilidad, rapidez y especificidad, lo que la hace particularmente útil en el análisis forense de muestras con bajo contenido genético o contaminadas.</p> <p>El fundamento técnico se basa en la detección de la fluorescencia emitida durante cada ciclo de amplificación, lo cual permite medir la concentración inicial de ADN de forma cuantitativa. Esta práctica introduce al estudiante en el uso de software especializado, interpretación de curvas de amplificación y criterios de validación de resultados, habilidades altamente valoradas en laboratorios forenses modernos.</p>

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Computadora • Proyector • Bocina • Internet

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
<ul style="list-style-type: none"> • Analizar junto al docente el contenido del laboratorio virtual de PCR en tiempo real. Puede ser un video o un laboratorio virtual gratis en línea como el siguiente: https://praxilabs.com/en/blog/2025/02/22/online-pcr-simulation/

RESULTADOS ESPERADOS
El estudiante comprenderá la diferencia entre la PCR convencional y la PCR en tiempo real y sus beneficios. El estudiante tomará notas y hará un reporte al respecto.

ANÁLISIS DE RESULTADOS
<p>¿Qué diferencias existen entre la PCR convencional y la PCR en tiempo real? ¿Cuáles son sus beneficios? ¿Sus inconvenientes?</p>

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES
El uso de PCR en tiempo real permitió visualizar en tiempo real la amplificación del ADN, reforzando la teoría sobre cuantificación genética y análisis de datos. Esta técnica avanzada es cada vez más utilizada en laboratorios forenses por su sensibilidad y rapidez, lo cual demuestra su valor en

escenarios profesionales donde se requiere eficiencia y precisión.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Se recomienda una visita al laboratorio de Genética forense del CIF, en la Fiscalía del Estado de Sonora.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Los rubros que se tendrán en cuenta para emitir la evaluación:

Entrega puntual de reportes

Actitudes y Valores.

Así también, deberán consultar los siguientes artículos del Reglamento Escolar de la UES: Artículos: 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55. Para efectos de evaluación, éste se apegará a lo descrito en el Artículo 55 del Reglamento Escolar del Modelo Educativo de la UES, a través de los siguientes valores:

Competente Sobresaliente = 10

Competente Avanzado = 9

Competente Intermedio = 8

Competente Básico = 7

No Aprobado = 6

Evaluación formativa:

Análisis descriptivo

Participación en aula

Respeto hacia los compañeros

Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño

[Rubrica de investigación de conceptos](#)

[Rubrica de reporte de laboratorio](#)

Formatos de reporte de prácticas

[Formato de reporte de prácticas](#)

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Alberts B, Johnson A, Lewis J. (2010). Biología Molecular de la Célula. Omega. 5ª Ed. Genética Médica News. Recuperado de: <https://revistageneticamedica.com/>
2. Gill, "The less than 100 pg of DNA". (2000). Forensic Science International". 112, 17-40.
3. Klug W.S. Conceptos de Genética. (2006). Prentice Hall. 8ª Ed.
4. Nelson DL, Lehninger A, Cox MM. Lehninger. (2008). Principles of Biochemistry. W. H. Freeman. 5ª Ed.
5. Novo, VFJ. (2007). Genética Humana: Conceptos, mecanismos y aplicaciones en el campo de la biomedicina. Pearson Prentice Hall. 1a Ed.
6. Tully G., Bär W., Brinkmann B., Carracedo A., Gill P., Parson W. et al. (2001). Considerations by the European DNA profiling (EDNAP) group on the working practices, nomenclature and interpretation of mitochondrial DNA profiles. Forensic Sci Int. 124: 83-91.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2009). NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. Diario Oficial de la Federación.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

ANEXOS



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu