



La Ingeniería genética y la criminalística

Genetic engineering and criminology

Fecha de presentación: Diciembre 2023.
Fecha de aceptación: Julio 2024.

Alma Rosario Aguirre Tototzintle y Raúl Arroyo Torres.
CLEU Campus Puebla.

38

“Manipulación del material genético”

Resumen

La ingeniería genética es una disciplina científica que se centra en la manipulación del material genético (ADN) de organismos vivos para modificar sus características o crear nuevos organismos con rasgos específicos. Esta tecnología ha tenido un impacto significativo en campos como la medicina, la agricultura y la biología molecular. Permite la creación de organismos transgénicos, terapias génicas y la producción eficiente de medicamentos.

En el ámbito de la criminalística, la ingeniería genética está revolucionando la identificación de individuos y la resolución de crímenes. Avances tecnológicos como la secuenciación de nueva generación, la edición génica y el análisis de metagenómica prometen mejorar la resolución de perfiles de ADN, incluso en casos de muestras degradadas. Estas técnicas también han revitalizado la resolución de casos antiguos y sin resolver, permitiendo el análisis de evidencia deteriorada y la identificación de víctimas desconocidas.

Sin embargo, surgen preocupaciones éticas y legales en torno a la privacidad, la edición génica en pruebas forenses y el acceso a la información genética. Para abordar estos desafíos, se enfatiza la importancia de la colaboración interdisciplinaria entre científicos, expertos forenses y profesionales legales.

Palabras clave

Ingeniería genética, ADN, criminalística.

Abstract

Genetic engineering is a scientific discipline that focuses on the manipulation of genetic material (DNA) in living organisms to modify their characteristics or create new organisms with specific traits. This technology has had a significant impact on fields such as medicine, agriculture, and molecular biology. It enables the creation of transgenic organisms, gene therapies, and efficient drug production.

In the field of forensics, genetic engineering is revolutionizing the identification of individuals and the resolution of crimes. Technological advances such as next-generation sequencing, gene editing, and metagenomic analysis promise to enhance the resolution of DNA profiles, even in cases involving degraded samples. These techniques have also revitalized the solving of old and unsolved cases, allowing for the analysis of deteriorated evidence and the identification of unknown victims.

However, ethical and legal concerns arise regarding privacy, gene editing in forensic tests, and access to genetic information. To address these challenges, the importance of interdisciplinary collaboration among scientists, forensic experts, and legal professionals is emphasized.

Genetic engineering is a powerful tool that has transformed various fields, including forensics. Although it promises significant advances in the identification of criminals and victims, it is crucial to address ethical and legal issues to ensure responsible and ethical use of this technology in the pursuit of justice.

Keywords

Genetic engineering, DNA, forensics.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería genética, una disciplina científica que ha revolucionado múltiples campos, se encuentra ahora en el centro de una nueva revolución: la criminalística. En un mundo donde la ciencia avanza a pasos agigantados, es fundamental entender cómo esta tecnología está cambiando la forma en que resolvemos crímenes y casos sin resolver, y también considerar las implicaciones éticas y legales que esto conlleva.

Desde su inicio en la década de 1970, la ingeniería genética ha permitido a los científicos manipular el ADN de organismos vivos con precisión sin precedentes. Esto ha llevado a avances significativos en medicina y agricultura, pero también ha abierto un nuevo capítulo en la criminalística. La identificación de individuos, la resolución de crímenes y la búsqueda de respuestas en casos antiguos han entrado en una nueva era gracias a los avances en esta disciplina científica.

Los avances tecnológicos emergentes, como la secuenciación de nueva generación, la edición génica y el análisis de metagenómica, están mejorando la resolución de perfiles de ADN en el ámbito forense. Estos avances prometen cambiar la cara de la criminalística al proporcionar a los investigadores herramientas más poderosas para identificar a los responsables de los delitos y exonerar a los inocentes.

Sin embargo, esta revolución no está exenta de desafíos éticos y legales. La privacidad y el consentimiento, el uso de la edición génica en pruebas forenses y el acceso a la información genética plantean preguntas profundas sobre cómo debemos utilizar esta tecnología de manera responsable y justa.

A medida que avanzamos hacia un futuro donde la ingeniería genética desempeñará un papel central en la criminalística, la colaboración interdisciplinaria entre científicos, expertos forenses y profesionales del derecho se vuelve esencial para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera adecuada y legalmente sólida.

¿Qué es la ingeniería genética?

La ingeniería genética es una disciplina científica que se centra en la manipulación de material genético (ADN) de organismos vivos para modificar sus características o crear nuevos organismos con características específicas. Esta tecnología permite

a los científicos y biotecnólogos trabajar a nivel molecular para alterar la información genética de un organismo con el objetivo de lograr ciertos resultados deseables.

De acuerdo con Ladislao Vadas, la Ingeniería Genética es una “nueva ciencia que aspira a conocer el origen de la vida y los fenómenos relativos a la evolución, el comportamiento, la reproducción, el crecimiento, el desarrollo, el envejecimiento y la muerte del hombre, con miras a controlar las causas que producen estos fenómenos, a fin de lograr una humanidad mejor corrigiendo defectos genéticos”. (Vadas, 2007, pág. 89)

La ingeniería genética es una disciplina científica y tecnológica que ha revolucionado la forma en que entendemos y manipulamos los genes de los organismos vivos. Desde su inicio en la década de 1970, esta rama de la biotecnología ha experimentado avances significativos que han impactado profundamente en campos tan diversos como la medicina, la agricultura y la biología molecular.

La ingeniería genética se basa en la capacidad de modificar el ADN, el material genético que lleva la información hereditaria de los organismos. Con las herramientas y técnicas desarrolladas en las últimas décadas, los científicos pueden manipular los genes de manera precisa, abrir nuevas posibilidades para la modificación de características genéticas en una amplia variedad de organismos. Uno de los hitos más destacados en este campo fue la creación de organismos transgénicos, que contienen genes de otras especies. Esto ha permitido el desarrollo de plantas resistentes a plagas, animales con características deseadas y terapias génicas para tratar enfermedades hereditarias.

La medicina ha sido uno de los campos más beneficiados por la ingeniería genética. La terapia génica, por ejemplo, ha permitido el tratamiento de enfermedades genéticas raras y devastadoras al corregir mutaciones en el ADN de los pacientes. Además, la ingeniería genética ha revolucionado la producción de medicamentos, permitiendo la síntesis de proteínas terapéuticas y vacunas de manera más eficiente y precisa. Estos avances están allanando el camino hacia la medicina personalizada, donde los tratamientos se adaptan a la genética individual de cada paciente.

En la agricultura, la ingeniería genética ha desempeñado un papel fundamental en la mejora de cultivos. La creación de plantas transgénicas resistentes a insectos o tolerantes a herbicidas ha aumentado la productividad agrícola y reducido la necesidad de pesticidas químicos. Además, se están desarrollando cultivos con mayor contenido nutricional para abordar la desnutrición en regiones pobres. A pesar de estas ventajas, la ingeniería genética agrícola ha generado debates acalorados en torno a sus posibles impactos en la biodiversidad y la seguridad alimentaria.

La ingeniería genética en el campo de la criminalística

La ingeniería genética, un campo de la biotecnología que ha revolucionado la forma en que entendemos y manipulamos los genes, ha encontrado una aplicación sorprendente en el ámbito de la cri-

“ADN”

minalística. En la actualidad, la identificación de individuos, la resolución de crímenes y la búsqueda de respuestas en casos fríos han entrado en una nueva era gracias a los avances en esta disciplina científica. Sin embargo, nos encontramos ante una pregunta intrigante que no solo desafía la tecnología actual, sino también nuestra comprensión de la ética y la privacidad: ¿Cómo se espera que la ingeniería genética influya en el futuro de la criminalística?

En el campo de la criminalística, la constante evolución de la ingeniería genética está dando lugar a avances tecnológicos que tienen el potencial de transformar la forma en que se abordan los casos criminales y la identificación de individuos. A continuación, exploraremos los avances tecnológicos emergentes y cómo se espera que mejoren la resolución de perfiles de ADN en el ámbito forense.

Avances tecnológicos emergentes

1. Técnicas de Secuenciación de Nueva Generación (NGS):

La secuenciación de nueva generación ha revolucionado la forma en que analizamos el ADN. Estas técnicas permiten una secuenciación rápida y asequible de regiones específicas del genoma, lo que resulta en una mayor precisión en la identificación de individuos a través del análisis de marcadores genéticos. Además, NGS puede ser especialmente valiosa en la identificación de mezclas de ADN, donde múltiples perfiles genéticos están presentes en una sola muestra.

2. Edición Génica: La edición génica, especialmente la técnica CRISPR-Cas9, no solo se utiliza en la investigación científica, sino que también tiene aplicaciones potenciales en la criminalística. La capacidad de modificar genes específicos puede ayudar a diseñar marcadores genéticos personalizados lo que plantea preguntas éticas sobre la manipulación genética de evidencia forense.

3. Análisis de Metagenómica: La metagenómica, que se utiliza para estudiar comunidades microbianas en muestras biológicas, está siendo considerada para analizar la evidencia forense. Esto podría ser útil en casos donde se encuentran microorganismos específicos, como bacterias o hongos, en una escena del crimen y pueden proporcionar pistas sobre el tiempo transcurrido desde el evento.

Mejora de la resolución de perfiles de ADN

Uno de los avances más prometedores en la ingeniería genética aplicada a la criminalística es la mejora en la resolución de perfiles de ADN. Se espera que esto influya significativamente en la identificación de individuos y la resolución de casos:

• **Mayor Sensibilidad:** Las técnicas modernas de análisis de ADN permiten detectar y analizar incluso pequeñas cantidades de material genético. Esto es crucial para resolver casos en los que las muestras de evidencia son limitadas o están degrada-

das.

• **Identificación de Parientes:** La ingeniería genética ha avanzado en la capacidad de identificar parientes genéticos, lo que puede ser esencial en la identificación de sospechosos o víctimas desconocidas cuando no se encuentra una coincidencia directa en una base de datos de ADN.

• **Mejora de la Precisión:** La ingeniería genética está permitiendo una mayor precisión en la determinación de perfiles de ADN, reduciendo la probabilidad de falsas coincidencias y errores.

Estos avances tecnológicos prometen cambiar la cara de la criminalística y, en última instancia, pueden contribuir a una justicia más precisa y equitativa al proporcionar a los investigadores herramientas más poderosas para identificar a los responsables de los delitos y exonerar a los inocentes.

Aplicaciones en casos antiguos y no resueltos

La ingeniería genética ha desbloqueado un nuevo potencial en la resolución de casos fríos y antiguos, muchos de los cuales habían permanecido sin solución durante décadas. Estas técnicas mejoradas de análisis de ADN ofrecen una

esperanza renovada para cerrar los casos que habían desconcertado a los investigadores durante años. Aquí hay algunas formas en que la ingeniería genética está haciendo una diferencia:

• **Análisis de Muestras Degradadas:** En muchos casos antiguos, las muestras de evidencia están degradadas debido al paso del tiempo o a condiciones de almacenamiento inadecuadas. La ingeniería genética ha desarrollado métodos para amplificar y analizar incluso pequeñas cantidades de ADN en muestras altamente degradadas, lo que permite identificar a los responsables incluso después de muchos años.

• **Identificación de Víctimas Desconocidas:** En casos de personas desaparecidas cuya identidad es desconocida, la ingeniería genética ha ayudado a establecer perfiles de ADN y buscar coincidencias en bases de datos de personas desaparecidas, lo que ha llevado a la identificación de víctimas y al esclarecimiento de casos.

• **Comparaciones con Familiares:** La ingeniería genética también permite comparar muestras de ADN de víctimas o sospechosos con sus familiares cercanos, lo que puede ser esencial en la identificación de

“Origen de la vida”

individuos cuando no se encuentra una coincidencia directa en las bases de datos de ADN.

Ética y consideraciones legales

La intersección de la ingeniería genética y la criminalística plantea desafíos y oportunidades únicas, y es esencial abordar estas cuestiones de manera cuidadosa y reflexiva para garantizar que la tecnología se utilice de manera ética en medida que avanzamos hacia un futuro donde la ingeniería genética desempeñará un papel central en la resolución de crímenes. Estos son algunos de los aspectos más destacados:

1. Privacidad y Consentimiento: La recopilación de muestras de ADN y su análisis plantean preocupaciones de privacidad y consentimiento. ¿Cómo se obtienen las muestras de ADN? ¿Se requiere el consentimiento de las personas cuyos datos genéticos se están analizando?

2. Uso de la Edición Génica: Uno de los principales dilemas se refiere a la modificación de la línea germinal humana, que podría dar lugar a cambios heredables en la especie. Esto abre la puerta a la posibilidad de diseñar bebés a la medida, lo que plantea cuestiones profundas sobre la igualdad y la ética. Además, existen preocupaciones sobre la posibilidad de que se utilice la ingeniería genética para crear organismos peligrosos o con fines militares. La posibilidad de editar genes en pruebas forenses para modificar evidencia plantea serias preocupaciones éticas. ¿Hasta dónde debería permitirse la edición genética en el contexto de la criminalística?

3. Acceso a la Información Genética: A medida que más personas acceden a pruebas de ADN para conocer su ascendencia y sus riesgos genéticos, surgen preocupaciones sobre la seguridad de los datos genéticos y su posible uso indebido por parte de terceros, como las compañías de seguros o los empleadores. ¿Quién debe tener acceso a la información genética obtenida en investigaciones criminales? ¿Cómo se debe proteger la información genética de posibles abusos?

CONCLUSIÓN

La ingeniería genética es una herramienta poderosa que ha transformado la forma en que interactuamos con la biología y la medicina. Sus aplicaciones en la salud, la agricultura y otras áreas prometen soluciones innovadoras a desafíos globales, pero también plantean interrogantes éticos y sociales complejos que deben abordarse con cuidado y responsabilidad. La ingeniería genética ha llegado a desempe-

ñar un papel fundamental en la criminalística, y su influencia en el campo continúa expandiéndose a medida que avanzamos hacia el futuro, como son los avances tecnológicos emergentes que prometen transformar la forma en que abordamos la investigación de crímenes, así como la mejora en la resolución de perfiles de ADN, que promete una mayor precisión en la identificación de individuos y en la resolución de casos.

En este sentido, la colaboración interdisciplinaria entre científicos, expertos forenses y profesionales del derecho se convierte en un pilar fundamental para garantizar que estas tecnologías se utilicen de manera responsable y justa. La formación de equipos que puedan abordar las cuestiones éticas y legales de manera integral es esencial para evitar posibles abusos y garantizar que las pruebas de ADN sean recopiladas y analizadas dentro de un marco ético y legal sólido.

REFERENCIAS

Ayala, F. (2018). *¿Clonar humanos?: ingeniería genética y futuro de la humanidad*. Difusora Larousse - Alianza Editorial.

Fuentes consultadas

Soberón Mainero, F. X. (2008). *La ingeniería genética, la nueva biotecnología y la era genómica*. FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.

Vadas, L. (2007). *El superhombre genético: eugenesia e ingeniería genética: la solución*. Buenos Aires: El Cid Editor.