

5.º grado: Ciencia y Tecnología**SEMANA 19**

Diferenciamos entre biotecnología tradicional y biotecnología moderna

Lee la siguiente situación y responde las preguntas.

El Perú, además de ser un país megadiverso, tiene un alto potencial biotecnológico, pero esto suele ser asociado solo a la ingeniería genética y a los procesos de producción de plantas y semillas transgénicas. En realidad, la biotecnología es mucho más amplia y tiene una larga tradición histórica. Ha acompañado al hombre en su vida cotidiana, no solo en el mejoramiento de plantas y semillas, sino en variados aspectos de la salud y la alimentación, desde la producción de cerveza hace 4000 años, hasta nuestros días con la descripción del genoma humano.



Los arqueólogos han encontrado evidencias de esta biotecnología en culturas ancestrales como la china, egipcia, griega y sumeria, que habitaron el planeta desde hace 7000 años. En nuestro país se consume la chicha de jora desde la época de nuestros antepasados hasta la actualidad. Es producto de la fermentación de la malta de maíz y se considera una bebida fundamental para la alimentación y para la fortaleza física requerida para los trabajos agrícolas y cualquier otro trabajo que requiera de mucho esfuerzo físico; además, es una bebida ceremonial. La **biotecnología tradicional** es generalmente asociada al uso de organismos vivos en la preparación de hierbas para uso medicinal, la preparación del pan, el vino, la cerveza, la chicha de jora y muchos otros alimentos fermentados como el queso, yogurt, entre otros. Mientras tanto, la **biotecnología moderna** se inicia propiamente en el siglo XIX con las investigaciones de Charles Darwin, Gregor Mendel, Luis Pasteur y Robert Koch. Mientras que Pasteur y Koch dieron los fundamentos de la microbiología, Mendel fue el primero en formular las leyes de la herencia genética. Asimismo, el aislamiento del ADN por Meischer y el descubrimiento de la estructura del ADN por J. Watson, F. Crick y R. Franklin permitieron el desarrollo de la ingeniería genética.

Pero ¿cuáles son los beneficios de la biotecnología tradicional en la salud? ¿Cuál es el impacto de la biotecnología moderna en la biodiversidad? ¿Cuál es el beneficio de la biotecnología moderna en la salud? ¿Por qué el Perú tiene alto potencial biotecnológico?

Para responder estas preguntas y otras que propongas, deberás usar conceptos, modelos y evidencias científicas. Tu reto también será escribir un artículo periodístico sobre los fundamentos científicos de la biotecnología y sus beneficios para la conservación de la salud.

En un sentido amplio, la biotecnología se entiende como “el empleo de organismos vivos y sus productos para obtener un bien o servicio”. Estos organismos vivos usados son microscópicos y no hay forma de observarlos, sino con el microscopio. Entonces, la construcción del primer microscopio por Jensen en 1950 tuvo mucho que ver en el desarrollo de la biotecnología. Asimismo, el descubrimiento de la estructura del ADN permitió conocer las transformaciones de los organismos a nivel molecular. Para profundizar en estos conocimientos, te invitamos a leer las siguientes preguntas y los textos que siguen.



1. ¿Cuál es la diferencia entre la biotecnología tradicional y la biotecnología moderna?

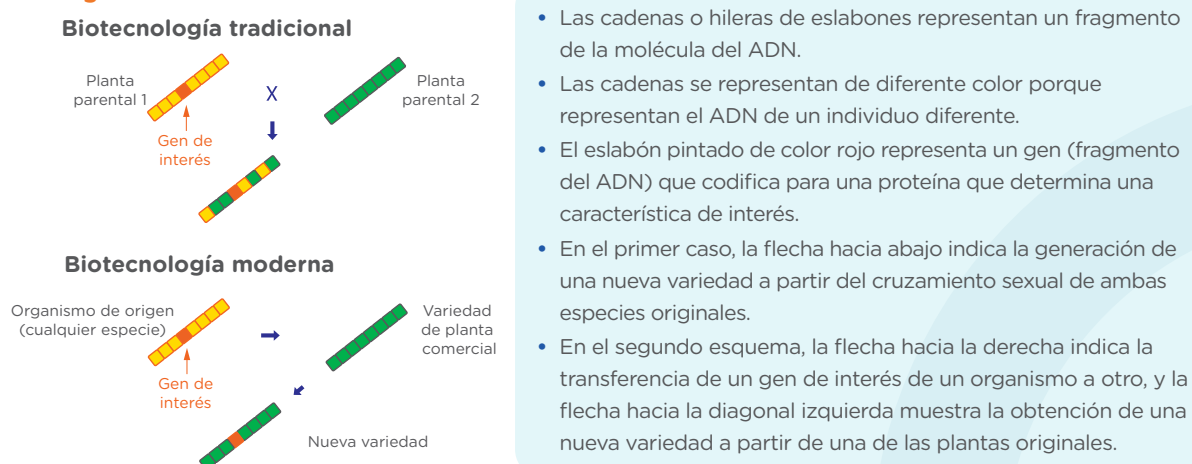
La biotecnología tradicional es la utilización de organismos vivos para la producción de un bien o servicio. La fermentación de las uvas para la obtención del vino y la elaboración de la chicha mediante la fermentación de las semillas del maíz son procesos en los que intervienen microorganismos que transforman los componentes de la uva o las semillas del maíz en alcohol. La elaboración del pan con el uso de lavaduras, y del queso y yogurt mediante el agregado de bacterias, son ejemplos de procesos biotecnológicos que se aplican desde la antigüedad, cuando el hombre aún no sabía de la existencia de microorganismos.

A diferencia de la biotecnología tradicional, la biotecnología moderna utiliza técnicas, que en su conjunto se denomina **ingeniería genética**, para modificar y transferir los genes de un organismo a otro.¹ Los científicos saben cómo ocurren los procesos biológicos que les han permitido desarrollar nuevas técnicas a fin de modificar o imitar algunos de ellos y lograr una variedad más amplia de productos. Además, saben que los microorganismos sintetizan compuestos químicos y enzimas que se utilizan en la industria. La biotecnología moderna permite la producción de insulina humana en bacterias para mejorar el tratamiento de la diabetes. Mediante la ingeniería genética se transfiere un gen proveniente de una bacteria a una planta, por ejemplo, para la obtención de maíz BT, desarrollado en el recurso anterior.

2. ¿En qué se diferencian las técnicas de la biotecnología tradicional y de la biotecnología moderna?

El siguiente esquema muestra las características de las técnicas de la biotecnología tradicional y de la biotecnología moderna empleadas en la obtención de nuevos cultivos.

Figura 1.



¹ PQ Bio Por qué Biotecnología. (s. f.). El cuaderno 1 de Por qué biotecnología. Programa educativo de ArgenBio. Recuperado de <https://bit.ly/3OeF9ze>

La diferencia principal radica en las características de la nueva variedad presentada. La cadena resultante en el primer caso es una mezcla de los diferentes genes de ambos progenitores, mientras que en el segundo esquema de variedad resultante solo difiere en un gen respecto a la variedad comercial original. La nueva variedad es igual a la original, excepto que incluye un gen que determina una característica de interés.

Como es evidente, para la comprensión profunda de la biotecnología moderna se requiere poder analizar los procesos a nivel molecular. Mientras no existía la tecnología adecuada, como los microscopios, es obvio que no era posible este análisis para las culturas antiguas. Por ello, la invención del microscopio por Z. Jensen en 1950 marca uno de los hitos más importantes en el desarrollo de la biotecnología moderna. Por otro lado, uno de los retos más importantes era saber cómo están configurados los organismos vivos. Entonces, el aislamiento del ADN por F. Miescher en 1869 y el descubrimiento de la estructura del ADN en 1953 por J. Watson, F. Crick y R. Franklin han posibilitado el desarrollo de la ingeniería genética.

3. ¿Cómo es que conocer la estructura del ADN impulsó el desarrollo de biotecnología moderna?

El aislamiento del ADN (ácido desoxirribonucleico) y el descubrimiento de su estructura ha sido fundamental para el desarrollo de la biotecnología moderna. La estructura de doble hélice propuesta por James Watson y Francis Crick fue fundamental para entender el fenómeno de la herencia: predijo la autorreplicación del material genético y la idea de que la información genética estaba en la secuencia de bases del ADN.

En los años siguientes de investigación se ha determinado que todos los seres vivos tienen un ADN similar formado a partir de los mismos elementos, los nucleótidos. Este código genético mediante el cual se “escriben” las instrucciones celulares es común en todos los organismos. Es decir, el ADN de un ser humano puede ser “leído” dentro de una bacteria, y el ADN de una planta puede interpretar la información genética de otra planta diferente. A esta propiedad de la información se la conoce como “universalidad del código genético”².

La universalidad del código genético ha permitido la comprensión de los procesos de la biotecnología moderna, por ejemplo, la posibilidad de generar organismos transgénicos y que las instrucciones del ADN de un organismo puedan determinar las características de un organismo totalmente diferente.

4. ¿Cuál es la función del ADN?

La función del ADN es “guardar” información; es decir, contiene la información sobre la forma y las características del organismo y las instrucciones de su funcionamiento. Además, tiene la función de transmitir esas formas y características a los descendientes durante la reproducción tanto sexual como asexual.

El ADN está contenido en toda las células eucariotas y procariotas. En las células eucariotas están dentro del núcleo, mientras que en las procariotas, que no tienen núcleo definido, se ubican dispersos en el citoplasma celular.

² PQ Bio Por qué Biotecnología. (s. f.). El cuaderno de Por qué biotecnología. Cuaderno 3, ADN, genes y código genético. Programa educativo de ArgenBio. Recuperado de <https://www.porquebiotecnologia.com.ar/el-cuaderno>

5. ¿Cómo está organizado el ADN?

El ADN está organizado en cromosomas. En las células eucariotas los cromosomas son lineales, mientras que en las procariotas, como las bacterias, los cromosomas son circulares. Para cada especie, el número de cromosomas es fijo; por ejemplo, los seres humanos tienen 46 cromosomas en cada célula somática (no sexual) agrupados en 23 pares, de los cuales 22 pares son autosomas y un par es sexual. Una mujer tendrá un par de cromosomas sexuales XX y un varón, un par cromosomas sexuales XY.

Cada cromosoma tiene dos brazos ubicados por debajo y por encima del centrómero (figura 2). Cuando los cromosomas se duplican, previo a la división celular, cada uno está formado por dos células de ADN unidas por el centrómero, y se las conoce como cromátidas hermanas.

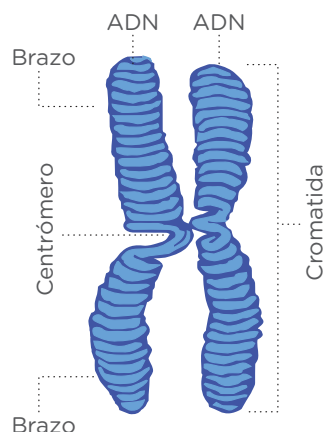


Figura 2.

6. ¿Cómo es la estructura del ADN?

El ADN está compuesto por dos cadenas, cada una formada por nucleótidos (figura 3). Cada nucleótido, a su vez, está compuesto por un azúcar (desoxirribosa), un grupo fosfato y una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas son cuatro: adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G). Estas bases están dispuestas por pares, una adenina (A) está siempre frente a una timina (T), y una citosina (C) frente a una guanina (G) en la doble cadena. Las bases que se ubican frente a frente en las cadenas se llaman *complementarias*.

El ADN tiene una forma de doble hélice, como una escalera caracol, donde los lados son cadenas de azúcares y fosfatos conectadas por escalones, que son las bases nitrogenadas. La molécula de ADN se asocia a las proteínas, llamadas histonas, que se encuentran muy compactas para formar el cromosoma. Esta asociación de ADN y cromosoma se llama cromatina. La cromatina puede estar enrollada en mayor o menor grado, dependiendo de la etapa en la que se encuentra la célula. Por ejemplo, cuando el ADN se ha duplicado antes de que la célula se divida, la cromatina se compacta en su mayor grado y, como resultado, se pueden visualizar los cromosomas duplicados y verse al microscopio como corpúsculos en forma de "X".

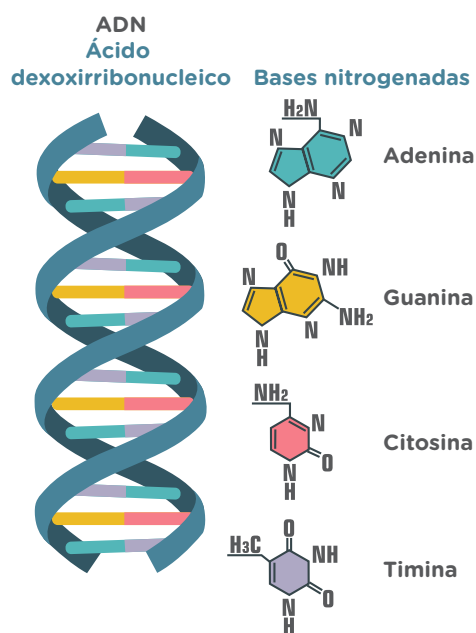


Figura 3.

La doble hélice del ADN está unida con las bases nitrogenadas complementarias a manera de peldaños de la escalera caracol. Estas bases complementarias están dirigidas hacia adentro y están unidas por fuerzas de atracción no covalentes, que mantienen la estructura de la molécula.

Las desoxirribosas (azúcares) y los fosfatos constituyen las columnas en espiral de la molécula.

7. ¿Dónde está ubicado el ADN?

En la figura 4 se muestra un cromosoma, un nucleosoma y una histona, un gen y varios pares de bases nucleotídicas formadas por la unión de guanina, citocina, adenina y timina. También está representado (en forma ampliada) el cromosoma ubicado en el núcleo de la célula.

La mayor parte del ADN se encuentra en el interior del núcleo de la célula, donde forma los cromosomas. Los cromosomas contienen proteínas llamadas histonas que se unen al ADN. El ADN tiene dos cadenas que se enroscan y forman una escalera, parecida a la de caracol, y que se llama cadena de doble hélice.

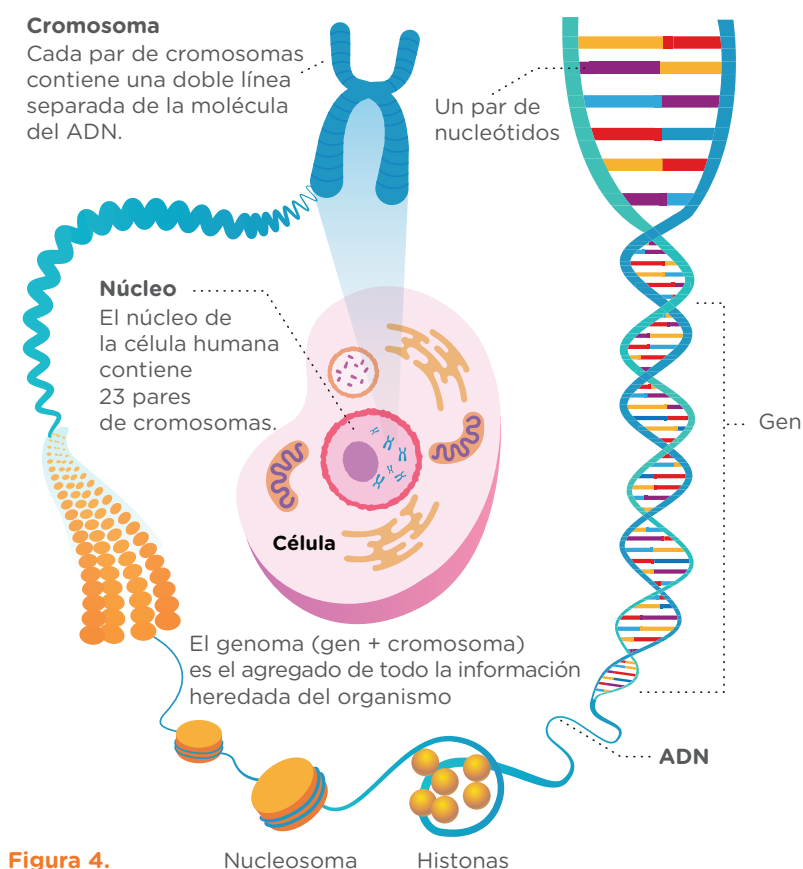


Figura 4.

Los cuatro componentes básicos del ADN son los nucleótidos: adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina. Los nucleótidos se unen entre sí (adenina con timina y guanina con citosina) mediante enlaces químicos y forman pares de bases que conectan las dos cadenas del ADN. Los genes son pequeñas piezas de ADN que tienen información genética específica (Instituto Nacional del Cáncer, EUA, 2015).

8. ¿Cómo se replica el ADN?

En la figura 4 se representa una célula eucariota en la cual se amplía un cromosoma y se muestra la estructura del ADN que lo constituye. Cuando la célula se divide, cada nueva célula que se forma debe portar toda la información genética que determine sus características y funciones. Para eso, antes de dividirse, el ADN debe replicarse, es decir, generar una copia de sí mismo. Durante la replicación, la molécula del ADN se desarrolla, separando sus cadenas. Cada una de estas servirá como molde para la síntesis de nuevas hebras de ADN. Para ello, la enzima ADN-polimerasa coloca nucleótidos siguiendo la regla del apareamiento A-T y C-G. El proceso de replicación del ADN es semiconservativo, ya que, al finalizar la duplicación, cada nueva molécula de ADN está conformada por una hebra "vieja" original y una nueva.