



biotecnología

calidad de vida

Un imprescindible acercamiento al apasionante mundo de la Biotecnología, a través de sus 5 grandes apartados:

- GENOMA
- SALUD
- CAMPO
- INDUSTRIA
- MAR



CUADERNO EXPERIMENTA

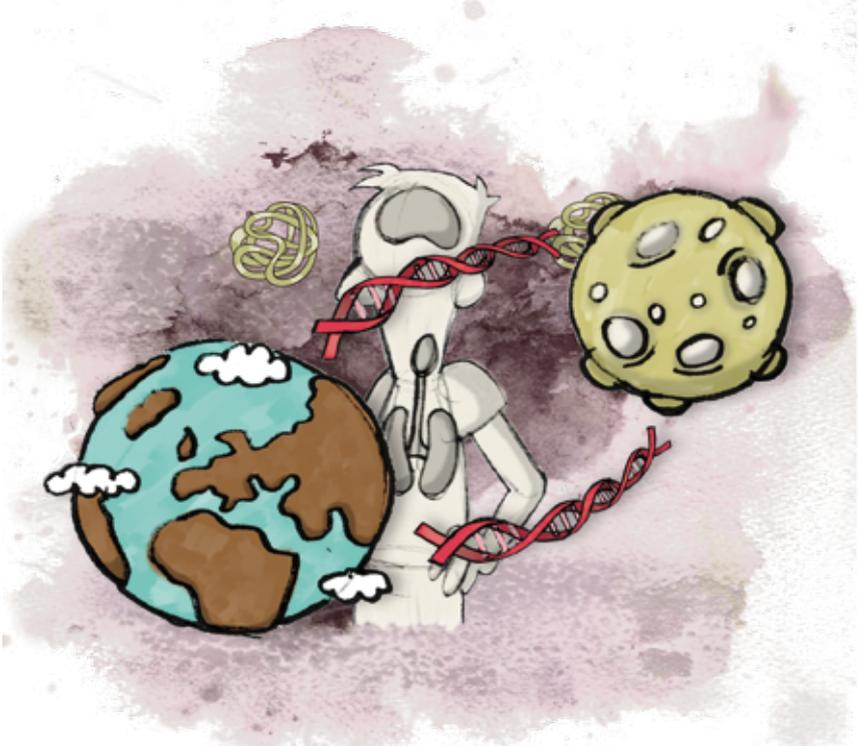
biotecnología genoma

“Deseamos sugerir una estructura”. De esta forma comenzaba el artículo científico publicado en Nature en 1953, en el que Watson y Crick sugerían que el ADN tenía forma de doble hélice. Este descubrimiento se basó en la fotografía realizada por Rosalind Franklin, mediante difracción de Rayos X (Fotografía 51).

Premio Nobel de Medicina por este descubrimiento: Watson, Crick, Wilkins (1962).

El cuerpo humano se compone de millones de células (alrededor de 100.000.000.000.000). Cada una de estas células contiene material genético, el ADN. Los genes son fragmentos de ADN que contienen las instrucciones necesarias para la fabricación de proteínas, para que así, un ser vivo pueda desarrollarse y funcionar (crear nuevas células y sus componentes o crear un nuevo individuo). El conjunto de genes recibe el nombre de genoma.

Tu genoma es único y te distingue de las demás personas, a no ser que tengas un hermano gemelo idéntico. Sin embargo, tu genoma es muy similar al de cualquier otra persona, es por eso por lo que todas las personas somos consideradas de la “especie humana” (*Homo sapiens*). Todos los seres vivos tienen un genoma.



Para el estudio del genoma se analiza la secuencia del ADN, formado por cuatro compuestos químicos: adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G), que se combinan unos detrás de otros, como si fuesen letras y forman las instrucciones para fabricar las proteínas. El ser humano tiene una secuencia de ADN de más de 3.000 millones de letras.

...CTGTGATCTCCTGTCAGAAGAGTAGCCTGCACCTTCTGGAAGA...

Watson y Crick describieron que el ADN tenía forma de doble hélice, como si fuese una escalera de caracol.

¿cómo de grande es tu genoma?

- BACTERIA** Para conocer el tamaño del genoma de un ser vivo se analiza una de las dos secuencias del ADN. Esta secuencia tiene una longitud diferente según de qué ser vivo se trate.
- HONGO**
- MOSQUITO**
- TOMATE**
- GALLINA** Indica con una flecha entre qué dos organismos, de los que se indican a la izquierda te encontrarías, según el tamaño de tu secuencia de ADN.
- RATA**
- CHIMPANCÉ** ¿Y dónde colocarías el siguiente cereal: el trigo? ¿Tiene más o tiene menos cantidad de ADN que tú?

Para resolver este enigma busca los datos en la parte superior de los paneles del Área Genoma. Los datos se indican en millones de pares de bases.

¿sabías que los animales tenemos dos genomas?

1 Genoma nuclear: Se encuentra dentro del núcleo de cada una de nuestras células (excepto en células que hayan perdido el núcleo, como los glóbulos rojos).

En la especie humana, el ADN nuclear está empaquetado en 23 parejas de cromosomas (46 en total) de los cuales la mitad proviene de la madre y la otra mitad del padre. Dos de los cromosomas, el X y el Y, determinan el sexo (las mujeres son XX y los hombres XY).

El cromosoma Y sólo se hereda de padres a hijos varones (herencia por vía paterna).

2 Genoma mitocondrial: Se encuentra dentro de unos orgánulos celulares productores de energía llamados mitocondrias, que contienen su propio ADN. El ADN mitocondrial se hereda solamente de madres a hijos e hijas, pero solo las hijas lo podrán transmitir a sus descendientes (herencia por vía materna).

¿quién es el asesino?

Estudiando el cromosoma Y podemos ayudar a resolver casos de criminología, estudiar los movimientos migratorios... Pero nunca podremos identificar a una persona.

Estudiando el cromosoma X podemos ayudar a resolver casos de parentesco... Pero nunca podremos identificar a una persona.

Estudiando los cromosomas no sexuales podemos identificar a una persona, ayudar a resolver casos de criminología, de paternidad o maternidad...

Estudiando el ADN mitocondrial podemos ayudar a resolver casos de criminología, estudiar los movimientos migratorios, quiénes son nuestros antepasados, identificar especies para evitar fraudes alimentarios o para estudios de biodiversidad... Pero nunca podremos identificar a una persona.

bi tecnología

salud

En contra de la creencia científica de la época, un investigador, en 1962, se preguntó: “¿Y si una célula adulta ya especializada (como por ejemplo una célula del intestino) no hubiese perdido genes durante su diferenciación y pudiera tener la capacidad de generar otros tipos de células o incluso un ser vivo completo? Aquella fue la controvertida pregunta, Gurdon su autor y el Premio Nobel de Medicina en 2012, su reconocimiento.

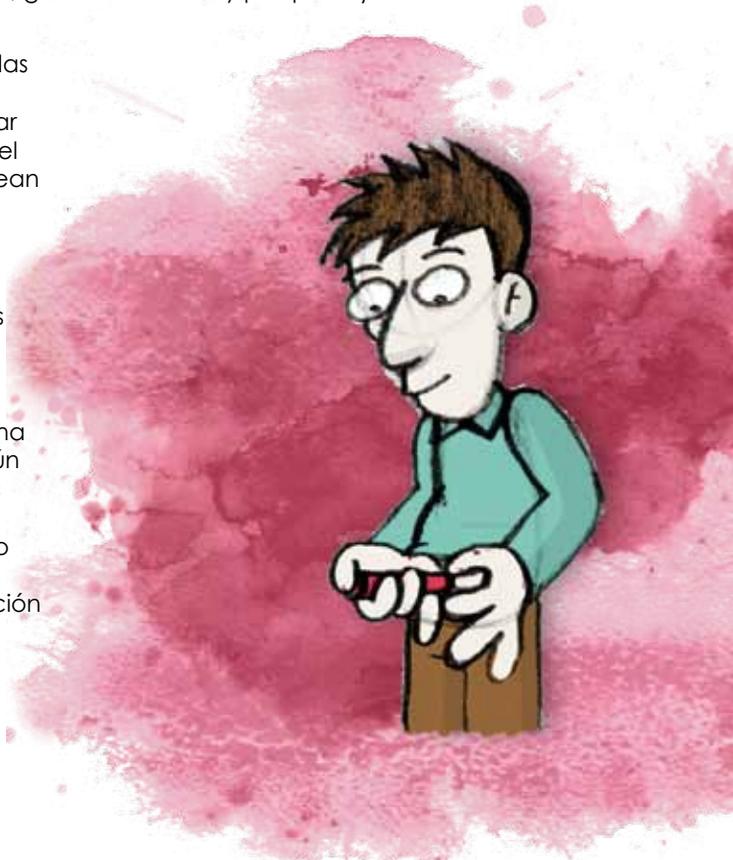
Premio Nobel de Medicina por este descubrimiento: Yamanaka, Gurdon (2012).

En todas las células de nuestro cuerpo tenemos exactamente los mismos genes. Aunque una célula de nuestra piel no tenga la misma forma ni la misma función que una célula de nuestros músculos o del corazón, tenemos exactamente el mismo ADN en cada una de ellas. Pero, ¿por qué son diferentes estas células? Porque hay algunos genes que se expresan en algunos tipos de células y en otras no, y por tanto, en unas células se fabricarán unas proteínas diferentes a otras.

Estas células especializadas van muriendo y tienen que ser renovadas por nuevas células. Esto es posible gracias a las células madre, capaces de autorrenovarse (de hacer copias de sí mismas) y no especializadas (capaces de generar uno o más tipos de células diferenciadas). Existen varios tipos de células madre, pero en las personas adultas solo podemos encontrar células madre adultas multipotentes. Estas células son capaces de formar solo los tipos de células de un mismo tejido. Un ejemplo serían las células madre multipotentes de la médula ósea, que dan lugar a todos los tipos de células sanguíneas (glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas).

Gracias a los nuevos descubrimientos, las células madre multipotentes, también pueden dar lugar a otro tipo de células en el laboratorio, aunque no sean de su propio tejido.

De este modo, se puede obtener en el laboratorio una gran cantidad de las células que nos interesan y poder regenerar el órgano de una persona (terapia celular o medicina regenerativa). Si hay algún defecto genético, a esas células en cultivo se les puede corregir el defecto (terapia génica) y tras su crecimiento y diferenciación se pueden trasplantar al paciente.



Investiga productos biotecnológicos para la salud

Une con flechas el producto biotecnológico con su descripción. Para resolver estas cuestiones ayúdate de esta guía y de la información de los paneles del Área Salud.

TRANSGÉNICO	Producto biotecnológico que nos protege frente a la infección de virus
ANTIBIÓTICO	Las proteínas que emiten luz nos pueden ayudar en medicina, ¿cómo son estas proteínas?
VACUNA	Puede llevar medicamentos en su interior y conseguir que lleguen solamente a las células enfermas de un paciente. Tiene el tamaño de una millonésima parte de un milímetro.
FLUORESCENTES	Animal que en su leche puede darnos medicamentos
NANOPARTÍCULAS	Producto obtenido de hongos que puede eliminar las bacterias perjudiciales de nuestro cuerpo.

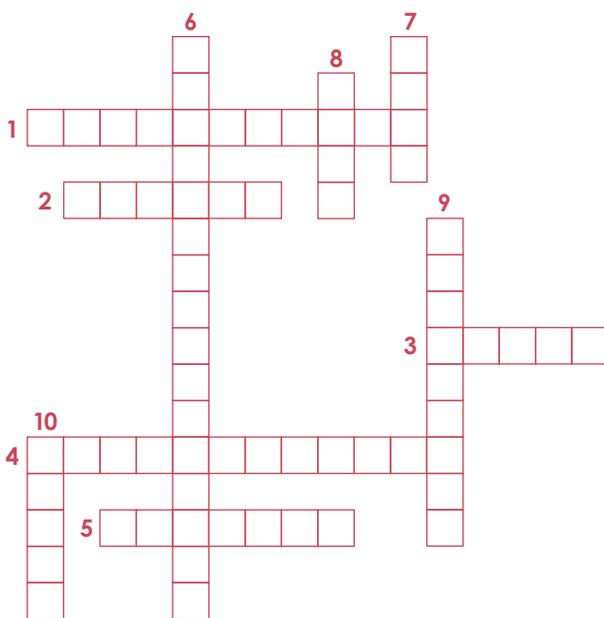
Horizontal

- 1 Célula sanguínea que se obtiene a partir de las células madre de la médula ósea
- 2 Terapia por la que se corrigen defectos genéticos en las células dañadas de un órgano o tejido.
- 3 Nombre del primer mamífero clónico
- 4 Tipo de célula madre que podemos encontrar en una persona
- 5 Terapia por la que se regeneran las células de un órgano o tejido

Vertical

- 6 Células _____ inducidas conseguidas por Yamanaka
- 7 Organismo genéticamente idéntico a otro
- 8 Biotecnología que se ocupa de la salud humana
- 9 En las células que están muy especializadas, como las de la piel, tenemos los mismos genes que en nuestras células madre adultas de la médula ósea, que no están tan especializadas. ¿Verdadero o falso?
- 10 Células capaces de copiarse a sí mismas y crear cualquier tipo de célula

Crucigrama celular



Soluciones

- | | | | |
|---|--------------|----|------------------|
| 1 | Globo rojo | 6 | Pluripotenciales |
| 2 | Génica | 7 | Clon |
| 3 | Dolly | 8 | Roja |
| 4 | Multipotente | 9 | Verdadero |
| 5 | Celular | 10 | Madre |

biotecnología campo

“No hay que temer a nada en la vida, sólo tratar de comprender”. Esta es una frase de la célebre científica Marie Curie, primera mujer en recibir un Premio Nobel y primera mujer en recibir más de un Premio Nobel. Según Marie Curie, dejamos de temer aquello que se ha aprendido a entender.

Marie Curie (1867-1934). Premio Nobel de Física 1903 (por medir la radiación contenida en el uranio) y Premio Nobel de Química 1911 (por el descubrimiento de los elementos químicos radio y polonio).

Hace unos 10.000 años el ser humano comenzó a domesticar animales y a seleccionar cereales, guardando las semillas de los mejores y más resistentes, para volver a cultivar y producir nuevos cereales. Así comenzó el Neolítico, la primera gran revolución de la humanidad, que supuso un incremento de la esperanza de vida y un cambio rotundo en la vida humana, la sedentarización. Desde entonces, nuestra especie ha ido produciendo y mejorando genéticamente los alimentos. En el momento en que el ser humano comenzó a cruzar variedades de plantas, aplicó, sin saberlo, la biotecnología.

Al cruzar dos variedades de plantas se forma un nuevo vegetal que se denomina híbrido. De esta forma, el material genético de las dos variedades se combina y se produce la semilla híbrida. Estas semillas se cultivan y posteriormente se seleccionan aquellas variedades que poseen las características deseadas.

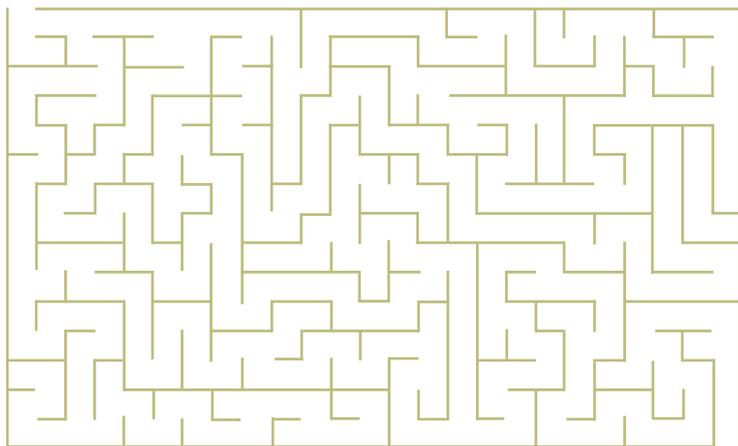


El trigo es un ejemplo de cereal híbrido que antes no existía en nuestro planeta, pero que el ser humano creó hace 8.000 años. Otro ejemplo son las uvas sin pepitas.

Asimismo, el ser humano ha ido seleccionando variedades de plantas que aparecían en la naturaleza debido a mutaciones espontáneas, como por ejemplo la coliflor o el brócoli.

Sin embargo, mediante las anteriores técnicas, no siempre se consigue el resultado deseado y en el tiempo deseado. Actualmente, existe una nueva técnica, llamada Ingeniería Genética, que permite modificar un organismo, añadiendo o modificando uno o varios genes, para fabricar compuestos de interés humano. Los seres vivos obtenidos por estas técnicas se denominan Organismos Genéticamente Modificados (OGM).

¿Para qué sirve la biotecnología verde?



Mejora de la calidad de los alimentos

Aumento de la productividad

Seguridad alimentaria

Fertilizantes, pesticidas y plaguicidas más ecológicos

Letras desordenadas

Para conocer la respuesta correcta: ordena las letras de cada palabra (Busca información en los paneles del Área Campo)

Ser vivo que en su ADN tiene un gen de otro ser vivo que pertenece a otra especie	NOAGNEIRCTS
Organismo Genéticamente Modificado	MOG
Ejemplo de alimento transgénico que aporta vitamina A, para evitar problemas de ceguera en países donde no consumen suficiente vitamina	RORZA DROODA
Tecnología para recuperar especies en peligro de extinción, para mantener la biodiversidad.	ONCOINCAL
En Europa está autorizado el cultivo de estas plantas transgénicas	IZAM, JAOS, GALONDO
Planta obtenida por el cruce de dos variedades distintas	HBIIADR
Ejemplo de una fruta de una planta híbrida que no produce semillas	LTANAPO

¿verdadero o falso?

- | | | |
|--|----------------------------|----------------------------|
| 1 El trigo es una planta transgénica | <input type="checkbox"/> V | <input type="checkbox"/> F |
| 2 La coliflor es una planta híbrida | <input type="checkbox"/> V | <input type="checkbox"/> F |
| 3 Una planta transgénica tiene un gen de otra especie en su genoma | <input type="checkbox"/> V | <input type="checkbox"/> F |
| 4 En España no se cultivan plantas transgénicas | <input type="checkbox"/> V | <input type="checkbox"/> F |

Soluciones

- 1 Falso, es una planta híbrida, obtenida por varios cruces entre diferentes variedades de cereales
- 2 Falso, es un mutante
- 3 Verdadero
- 4 Falso, es el mayor productor de maíz transgénico de Europa

bi tecnología industria

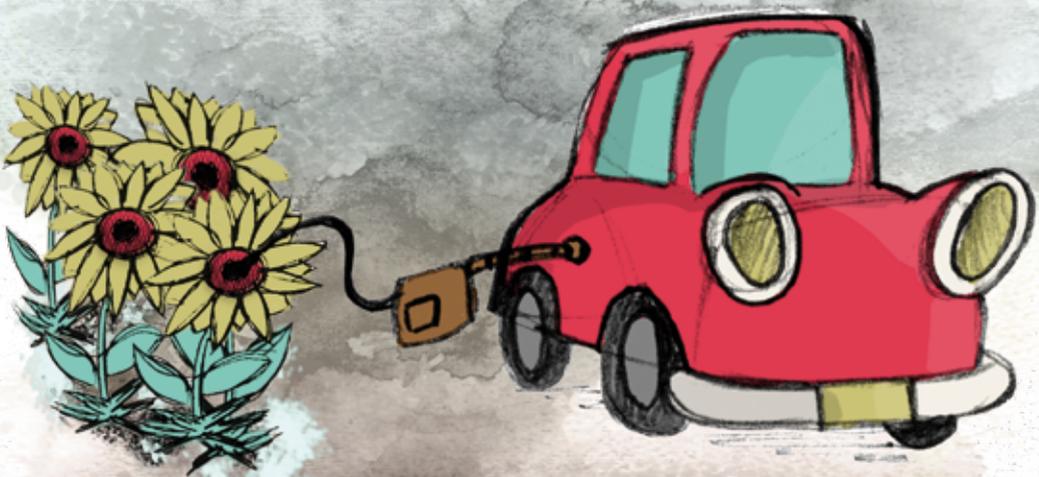
Según la científica Lynn Margulis, hace miles de millones de años, unas bacterias primitivas se “comieron”, sin digerirlas, a otras bacterias que tenían la capacidad de producir energía y realizar la respiración celular (las actuales mitocondrias de nuestras células) y entre ellas se produjo una simbiosis, desde entonces no podrían vivir las unas sin las otras. Hay varias pruebas que apoyan esta hipótesis, como que nuestras mitocondrias tienen características parecidas a las bacterias y tienen su propio ADN (el ADN mitocondrial). Lo mismo ocurre con los cloroplastos de las células vegetales.

Las bacterias no sólo intervinieron en el principio de la vida, estos microorganismos viven en nuestro cuerpo y son necesarios para sobrevivir. Algunos son esenciales para una buena salud ayudándonos en la digestión, nutrición, protección frente a infecciones, etc. Además, transformándolos genéticamente o aportándoles nutrientes funcionan como “fábricas” capaces de generar productos más económicos y respetuosos con el medio ambiente.

Las bacterias no son los únicos microorganismos que se emplean en biotecnología, también se utilizan microalgas, levaduras (hongos formados por una sola célula) y otros hongos. La biotecnología blanca se aplica al sector industrial y energético y emplea microorganismos, o los compuestos que producen, para obtener biomateriales y biocombustibles de forma sostenible, es decir, satisfaciendo las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro.

Entre los biomateriales que los microorganismos pueden producir se encuentran los bioplásticos. Algunas bacterias, cuando están estresadas, producen y almacenan en su interior compuestos como reserva de energía. En el Área Industria puedes observar una imagen de cómo las bacterias acumulan en su interior un tipo de bioplástico, el PHA. Para su fabricación a nivel industrial, se cultivan en tanques las bacterias más productivas para que al fermentar azúcares fabriquen estos compuestos. Los bioplásticos son biodegradables (se descomponen de forma natural por la acción de bacterias y hongos que se alimentan de ellos) y biocompatibles (al descomponerse dan lugar a compuestos que se encuentran de forma natural en muchos animales). Esto hace que puedan utilizarse como suturas y mallas quirúrgicas, adhesivos, implantes oftálmicos, soportes para la regeneración de tejidos, etc.

Otros bioplásticos, también ecológicos, se elaboran a partir de almidón de patata.



Busca 5 productos biotecnológicos para la industria

W N S U P V E M C X Y C O C G O Z Q Q T
 A Y T I R X Z N Y N O Z U M K H D C B G
 C R Y A O C M B C I R B S I I P X F L L
 S Z T X B G C O W P D D I Z Q T O B F L
 E A L E I T W R W A K Y N O O H Q A C Q
 Q Z A A O P B H W N V Q V Y E S O M U U
 Y E R B T Z N Y N O Z U M K Q T A I C E
 O V B Z I C R Y A O C M B C T O A Z X C
 R R I I C P S W B I O G A S Q T A N N Y
 D E R W O S O O W S Z O O O H Q A E O N
 K C H W S D W N C A N A Y T C N Y Y L L
 N Y N O Z U I N O I A C M B C R L R E S
 Z N G X X N N E V E T W A K Y N A Y T N
 B B L C N Y Y L S V E O A O P O W S Z O
 D O L G I R R L R E B W I V Q N O E V B
 Y R Q T P Z Z Q N P L N W B W S K Y N W
 Q H U P A A A U W A K Y N W E O W S Z O
 W V S S N Z Z S N Y N O L U E R Z Z S Q
 A R I H W E E I E A L E Q T W A P Y N W
 C E R U M V V R W V S S N Q Z A A O P B

Aquí tienes las pistas:

3 productos son biocombustibles. Para descubrir qué tipos de biocombustibles hay y cómo se obtienen: visita el Área de Industria

2 son alimentos funcionales

1 tipo de proteína que rompe algunos compuestos o crea nuevos compuestos

1 alimento que se produce gracias a hongos, a partir de la leche

3 alimentos que se produce gracias a un tipo de levadura

Conviértete en bioexplorador

A ver si encuentras estos productos en la exposición... Te damos una pista para cada producto. ¡¡Atento a las pistas!!

- 1 Es un objeto que, para que tenga ese aspecto, ha sido tratado con enzimas:

- 2 Producto que podría ser eliminado gracias a bacterias. A ese proceso de eliminación mediante microorganismos, se le llama biorremediación:

- 3 Ese alimento contiene bacterias vivas y tiene algún efecto beneficioso para la salud:

- 4 Producto biodegradable que se ha obtenido de bacterias o de almidón de patata:

- 5 Enzimas producidas por bacterias para eliminar manchas:

- 6 Producto que ha sido producido por levaduras al fermentar azúcares de un fruto:

Soluciones

- 1 Trozo de vaquero lavado a la piedra
- 2 Chapopote
- 3 Yogur o Procellac
- 4 Vaso de plástico
- 5 Detergente
- 6 Vino

bi tecnología

mar

... ¡El mar lo es todo! Cubre las siete décimas partes del globo terrestre. Su aliento es puro y sano. Es el inmenso desierto en el que el hombre no está nunca solo, pues siente estremecerse la vida en torno suyo. El mar es el vehículo de una sobrenatural y prodigiosa existencia...

Capitán Nemo. Extraído de la novela "Veinte mil leguas de viaje submarino". Julio Verne (1828-1905). Julio Verne fue condecorado con la Legión de Honor por sus aportes a la educación y a la ciencia.

Julio Verne, a través del personaje de su novela, el Capitán Nemo, alaba al mar y la vida que alberga. Denomina al mar como "el infinito viviente" y es que en el mar viven gran cantidad de seres vivos de todos los reinos: animales, vegetales, protozoos y algas, hongos y bacterias.

El mar es una fuente potencial de nuevas especies y moléculas con capacidades para el tratamiento de enfermedades, para crear nuevas fuentes de energía, nuevos alimentos o biomateriales e incluso para desarrollar nuevos productos industriales como los cosméticos. La Biotecnología Azul es aquella que se ocupa de estos productos marinos como fuente para la obtención de nuevos productos biotecnológicos.

Uno de los seres vivos marinos muy utilizado en Biotecnología son las microalgas. Estos organismos son algas microscópicas que realizan la fotosíntesis como lo hace una planta, tomando CO₂ de la atmósfera, liberando oxígeno y generando su propia biomasa, es decir, generando materia orgánica. Esa materia orgánica contiene productos que pueden ser de interés para el ser humano. A diferencia de las plantas, las microalgas crecen más rápido y no necesitan grandes extensiones de terreno para cultivarse. Estos seres vivos marinos se cultivan en reactores, donde se les aporta para su crecimiento: nutrientes, luz y la temperatura que necesitan.

Las microalgas tienen la capacidad de producir biocombustibles como el biodiesel, suplementos dietéticos para la nutrición humana, alimentos para larvas de peces, pigmentos, productos para cosméticos, para la investigación, etc.

Otros seres vivos marinos, como las esponjas, nos proporcionan sustancias de las cuales podemos desarrollar medicamentos.

Podríamos decir que el mar, tal y como lo describió el Capitán Nemo, es un inmenso desierto lleno de vida y, gracias a todos los organismos marinos y a la Biotecnología, podemos producir sustancias que benefician a los seres humanos y al resto de seres vivos de nuestro planeta, tanto en su salud, como en la protección de su medioambiente.



Unir con flechas

Para resolver este ejercicio ayúdate de la información que se aporta en los Paneles del Área Mar.

- **ALGAS**
 - Animales marinos de los más antiguos del planeta que producen sustancias de las que se han obtenido medicamentos para tratar infecciones producidas por algunos virus y para el tratamiento de algunos tipos de cáncer.
- **BACTERIAS**
 - El caparazón de este animal sirve como sustancia hidratante para la piel y se añade en algunos cosméticos.
 - Seres marinos microscópicos más pequeños que las algas microscópicas y que también producen suplementos de vitaminas, proteínas y minerales.
- **GAMBAS**
 - Estos seres vivos producen sustancias capaces de formar geles, que se utilizan para fabricar vendas, clarificar bebidas como zumos, vino o cerveza, mejorar las propiedades de un cosmético, analizar el ADN o cultivar bacterias y hongos en el laboratorio, para utilizarlo como suplementos alimenticios o como espesantes de alimentos, etc.
- **ESPONJAS**

Mar de letras

Busca las siguientes palabras en el mar de letras biotecnológico

M I C R O A L G A S Z E M B
 A A M K A O Z S M K D Z N I
 C L Q E A G S O A Z A V R O
 S I Z S T D A T Z L O C O T
 E M O P H K Y N O O G B R E
 Q E Y O S V Q E Y E O A H C
 Y N K N T Z U M K Q A C S N
 C T Q J A S S A Q Z A T B O
 Q A W A O K Y C W E W E I L
 W C O S M E T I C O S R O O
 A I T W A L E D T W P I D G
 B O O P O E O E O P W A I I
 D N V Q F A R M A C O S E A
 M R B W S L N W B R K Z S N
 A N T I C A N C E R W A E W
 R V U E R N O G U E Z Z L N
 A R T W O T A N I G L A I E

FÁRMACOS
ALGINATO
AGAR
MAR
BIOTECNOLOGÍA
MEDICAMENTOS
COSMÉTICOS
ALIMENTACIÓN
MICROALGAS
BACTERIAS
ESPONJAS
ANTICÁNCER
ALGAS
BIODIÉSEL



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD

Ministro

Luis de Guindos Jurado

SECRETARÍA DE ESTADO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Secretaria de Estado

Carmen Vela Olmo

FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Director General

José Ignacio Fernández Vera

MUSEO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Directora

Marián del Egido Rodríguez

Organizan

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (MUNCYT)

Producción

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT)

Comisario

Fernando Peláez Pérez

Textos de la guía

Melania Rosique

Coordinación de Producción

Cintia Refojo Seronero

Coordinación Económica

Beatriz Alonso de la Vega

Desarrollo Expositivo

Ana M. Correas Galán, M^a Josefa Jiménez Albarrán, Cintia Refojo Seronero

Diseño, dirección de proyecto y coordinación gráfica

Gestión de Diseño Diseño, S.L.

Montaje y producción

Montajes Horche, S.L.

Producción audiovisual

A.S.L. Light Solutions, S.L., Singular Future, S.L. / Blázquez Bros (también ilustraciones del folleto)

Instituciones colaboradoras

Federación Española de Biotecnólogos (FEbiotec), Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO),
Sociedad Española de Biotecnología (SEBiot), Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO),
Museos Científicos Coruñeses DOMUS, Fundación MEDINA, Centro de Investigaciones Biológicas (CIB-CSIC),
Thermo Fisher Scientific

Agradecimientos

Pilar Bosch, Blanca Pérez Uz, Javier Trueba, Enrique Monte, María Jesús Martínez, Peter Klatt, Miguel Vicente,
Jose Luis Martínez, Salomé Prai, Carmen Castresana, Carmen Machi, Olga Genilloud, Ignacio González,
Ana Chávari, Manuel Cánovas, Mario Díaz, Emilio Betrán, Laura Fernández, María Isabel de la Mata,
María José Hernaiz, María José Conde, Carlos Barreiro, Miriam Martínez-Castro, Jorge Barrero, Carlos Padilla,
Antonio Fernández, Alfonso Mora

NIPO: 720-15-050-0 / e-NIPO: 720-15-051-6 / Depósito Legal: M-6684-2015

