

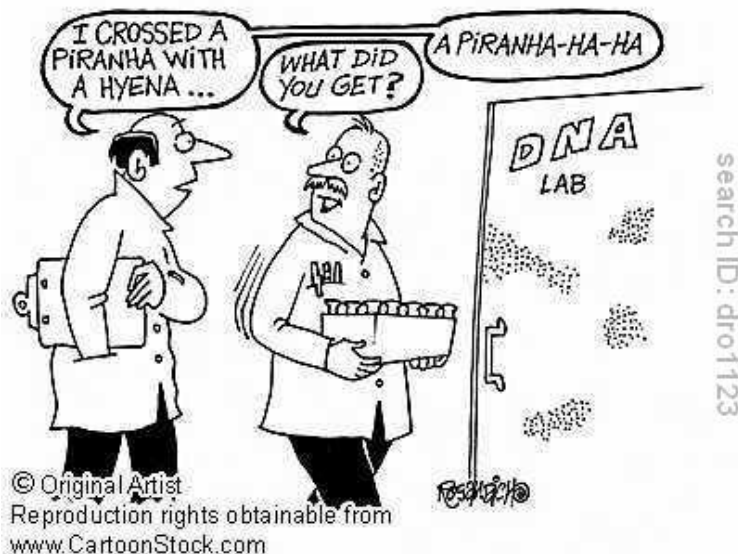


Tema 2. Ácido nucleicos

2.4 Modificación genética y biotecnología^{DP/PAU}

Germán Tenorio

Biología NS-Diploma BI



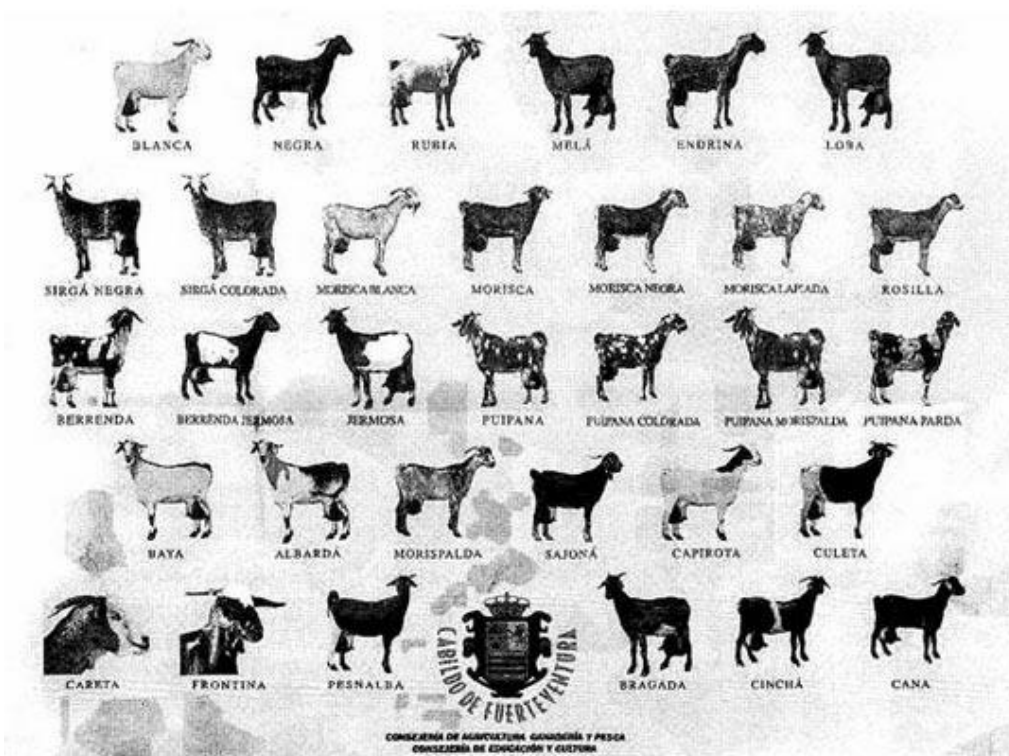
Idea Fundamental: Los biólogos han desarrollado técnicas para la manipulación artificial del ADN, las células y los organismos.



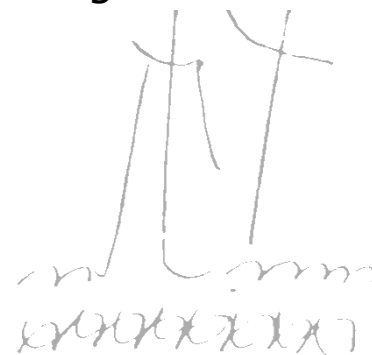
Introducción^{DP/PAU}

- Desde siempre, los humanos han intentado mejorar la producción de un alimento, tanto por la calidad como por la cantidad. Por ello, se han seleccionado razas o variedades de distintas especies.

Cabra mayorera Denominación de las capas



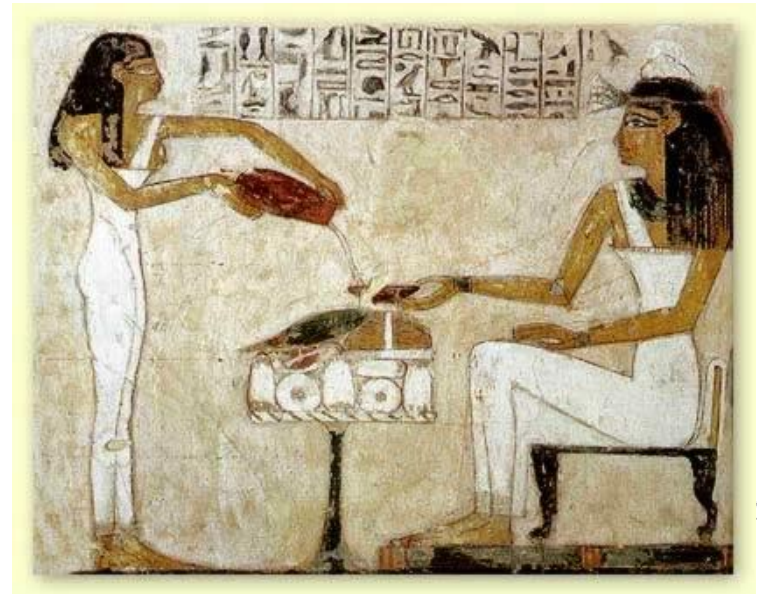
- Estos individuos se han cruzado de forma inducida con el fin obtener buenos resultados. La selección y el cruzamiento de estos individuos ha consistido realmente en la selección y combinación de informaciones genéticas.





Biotecnología^{DP/PAU}

- **Concepto:** Conjunto de procesos industriales que utilizan microorganismos o células procedentes de animales o vegetales para la obtención de productos de interés.
- Aunque el término Biotecnología es moderno, desde tiempos inmemoriales se usan seres vivos para lograr productos a partir de una materia prima. Un ejemplo de estos usos es la obtención de cerveza a partir de cereales utilizando levaduras desde antes del año 6.000 a.C.
- Con la aplicación de la Biotecnología no sólo se persigue la obtención de **alimentos elaborados**. También se consiguen **medicamentos**, **mejora de especies** vegetales y animales, **regeneración de medio ambiente** dañado e incluso, **proteínas humanas** que ayudan a paliar enfermedades como anemia, enanismo o diabetes. La consecución de estos logros se debe a la aparición de las **técnicas de ingeniería genética**.



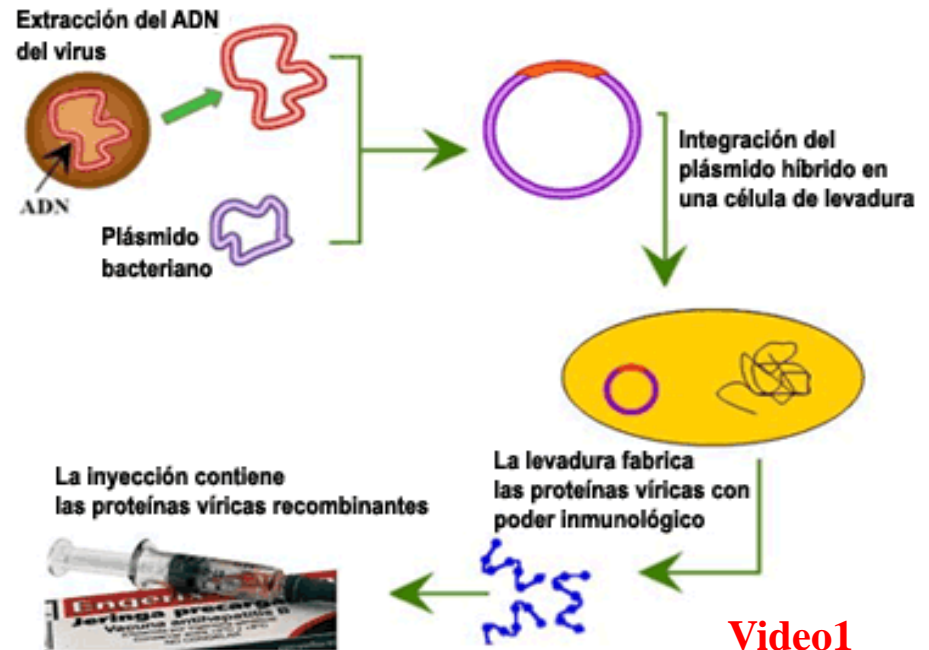
Paula
2023

XXXXXX



Ingeniería Genética^{DP/PAU}

- La Genética molecular ha sido la pieza central de los estudios de Biología desde que **James Watson** y **Francis Crick** dieron a conocer la estructura del ADN en 1953.



- A partir de 1970 se desarrolla un conjunto de técnicas que se denomina **ingeniería genética** y que consiste en **manipular y transferir el ADN de un organismo a otro**, obteniendo con ello una nueva variedad biológica con nuevas características, o bien la corrección de defectos genéticos.



Ingeniería Genética^{DP/PAU}

- Entre las muchas y diversas técnicas que conforman la **ingeniería genética**, se encuentran:
 - Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).
 - Electroforesis de ADN en geles de agarosa.
 - Electroforesis de proteínas en geles de acrilamida.
 - Transferencia de genes mediante plásmidos y enzimas de restricción.

Handwritten signature

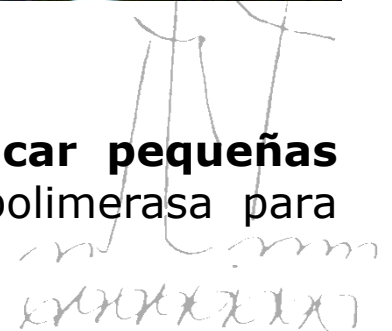


APLICACIÓN: Uso de la Taq polimerasa en la PCR^{DP}

- La **Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR)** es una técnica de ingeniería genética desarrollada por Kary Mullis (Premio Nobel en 1993) y consistente en la **obtención de múltiples copias de una secuencia de ADN** concreta.



- Se puede usar la técnica de la PCR para **amplificar pequeñas cantidades de ADN**, ya que utiliza la enzima ADN polimerasa para hacer más copias del ADN molde.





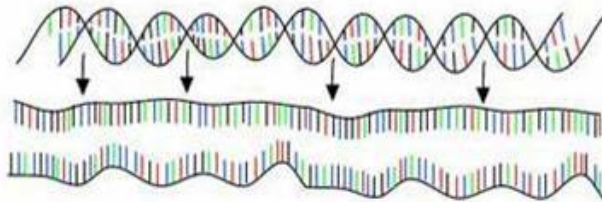
APLICACIÓN: Uso de la Taq polimerasa en la PCR^{DP}

- La PCR consta de un ciclo de **tres fases**: calentamiento, enfriamiento y replicación:

30-40 ciclos de 3 pasos:

Paso 1: Desnaturalización

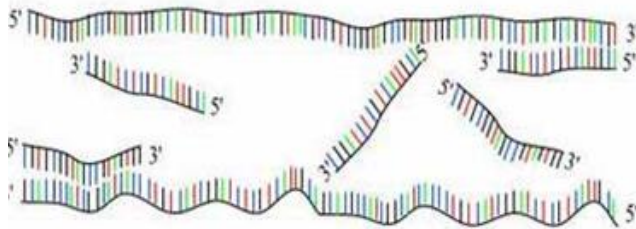
1 minuto a 94°C



Paso 2: Hibridación

45 segundos a 54 °C

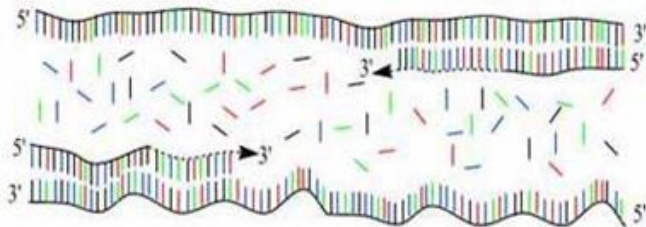
!!!Cebadores sentido y antisentido!!!



Paso 3: Extensión

2 minutos a 72 °C

solo dNTPs



(Andy Veenstra 1999)

1. Elevando la temperatura a 94°C durante 1 minuto, se **desnaturaliza** el ADN mediante la rotura de los puentes de hidrógeno.

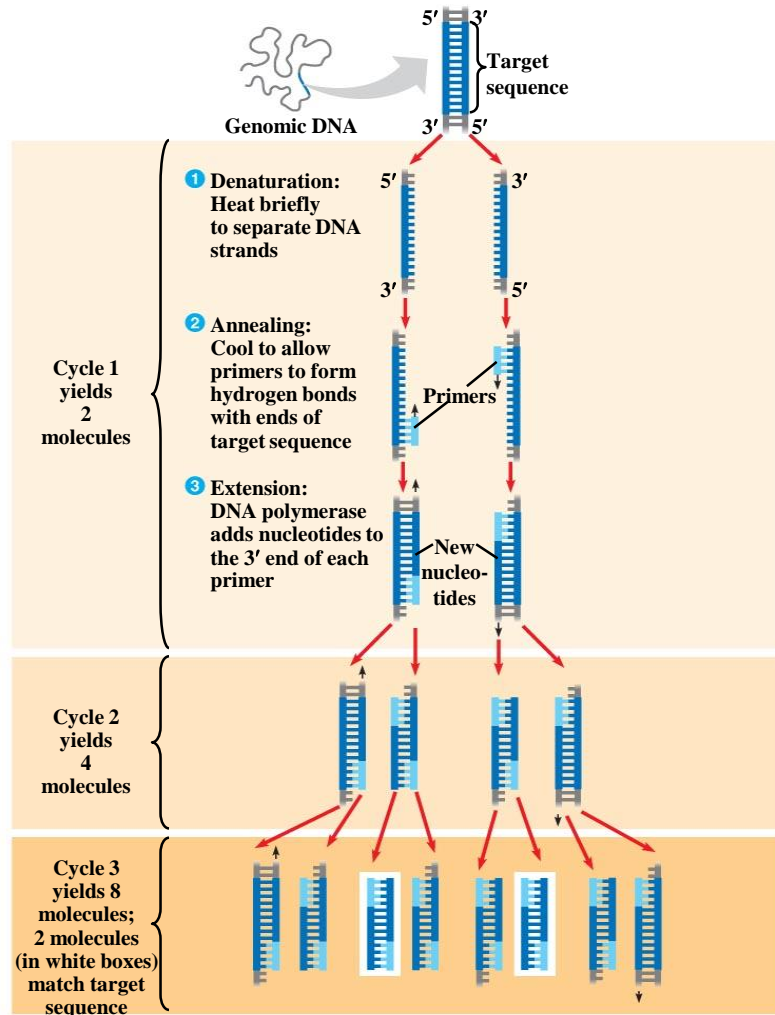
2. Disminuyendo la temperatura a 54°C durante menos de 1 minuto, se promueve que se unan (**hibriden**) **primers/cebadores** al comienzo y final de la sección de ADN que se quiere amplificar.

3. Elevando la temperatura a 72°C durante 2 minutos, las cadenas de ADN se mantienen desnaturalizadas de manera que la **ADN polimerasa** añade nucleótidos complementarios a razón de 1 000/minuto amplificando la secuencia del ADN específico.

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Uso de la Taq polimerasa en la PCR^{DP}



- La ADN polimerasa utilizada debe ser termoestable y no desnaturalizarse a altas temperaturas, por lo que se usa la enzima de la bacteria *Thermus aqueaticus* (**taq ADN polimerasa**) encontrada en fuentes termales (50-80 °C), como las del Parque Nacional de Yellowstone.

Web1

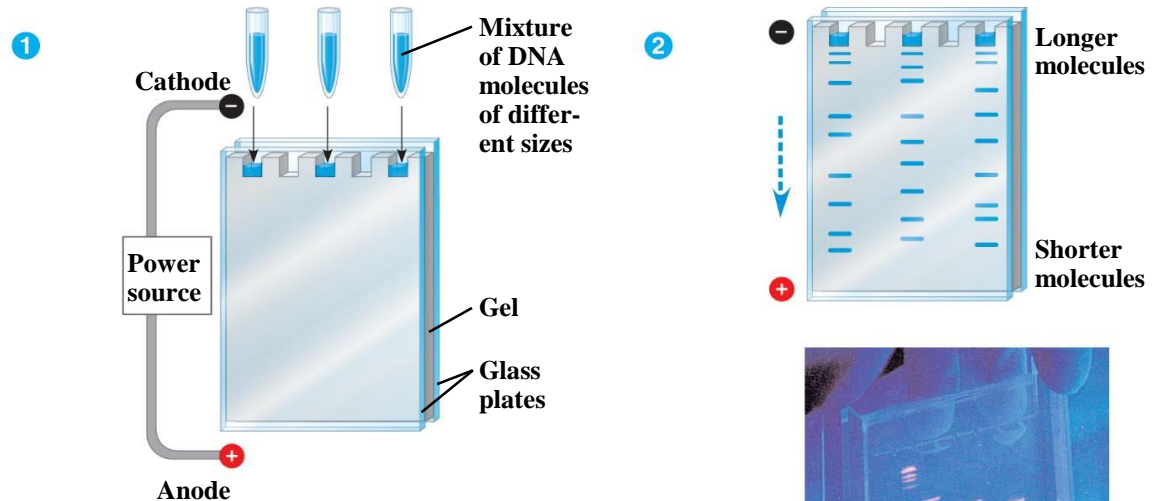


- Repitiendo este ciclo, la **Taq ADN polimerasa** puede usarse para producir múltiples copias de ADN rápidamente mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

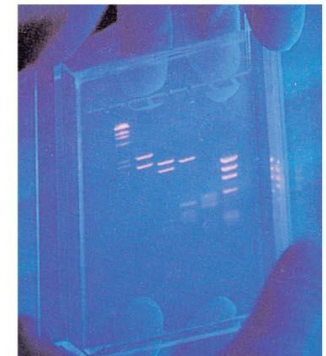


Electroforesis en gel^{DP}

- La electroforesis en gel es una técnica usada en biología molecular para separar proteínas o fragmentos de ADN de acuerdo a su tamaño.
- El gel es una malla de fibras cruzadas entre los que quedan unos poros, cuyo tamaño es mayor cuanto menor es la concentración de la agarosa o acrilamida en el gel.



- El gel, donde se han cargado las muestras a separar, es sumergido en un líquido conductor de la electricidad y se aplica un campo eléctrico. El gel conduce la electricidad, por lo que las moléculas con carga negativa se desplazan en el gel hacia el electrodo positivo.



XXXXXX



Electroforesis de ADN en gel de agarosa^{DP}

- La electroforesis en **gel de agarosa** se usa para la **separación de fragmentos de ADN**.
- Los ácidos nucleicos disponen de carga eléctrica negativa debida al fosfato, que los dirigirá al polo positivo. Al poner la mezcla de moléculas y aplicar un campo eléctrico, éstas se moverán y deberán ir pasando por la malla del gel (una red tridimensional de fibras cruzadas), por lo que las pequeñas se moverán más rápidamente y avanzarán más, mientras que las más grandes quedarán cerca del lugar de partida.

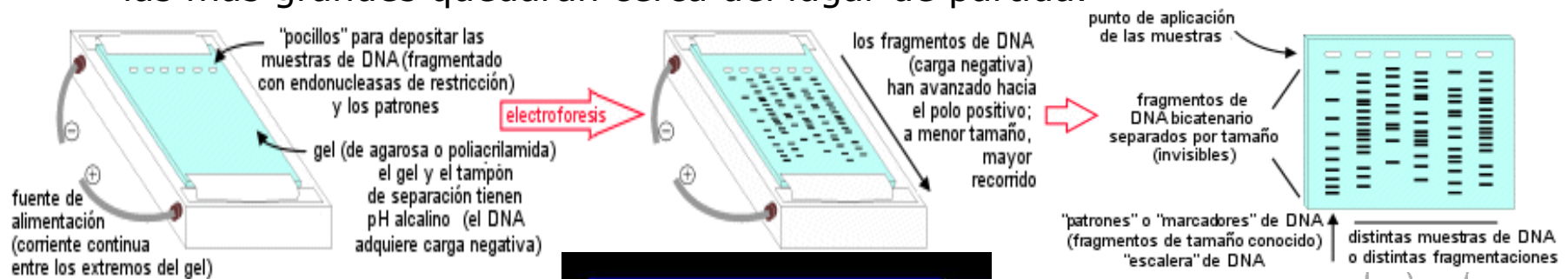


IMAGEN: <http://biomodel.uah.es>

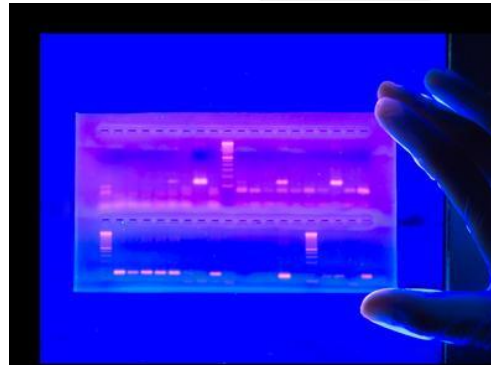
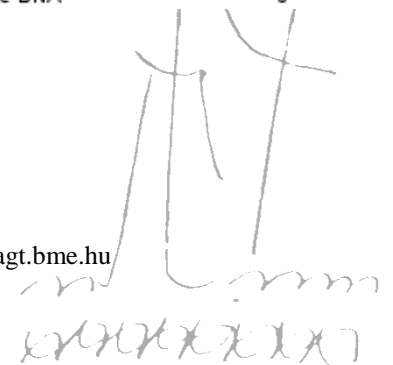


IMAGEN: enfo.agt.bme.hu





Electroforesis de proteínas en gel de poliacrilamida^{DP}

- La electroforesis en **gel de poliacrilamida se usa para la separación de proteínas.**
- Las proteínas no poseen carga negativa como el ADN, por lo que se cargan al unirse con sustancias como el detergente SDS, que incorpora cargas negativas de una manera dependiente de la masa molecular de la proteína.
- Al poner la mezcla de proteínas y aplicar el campo eléctrico, éstas se moverán en función de su tamaño, moviéndose las pequeñas más rápidamente.

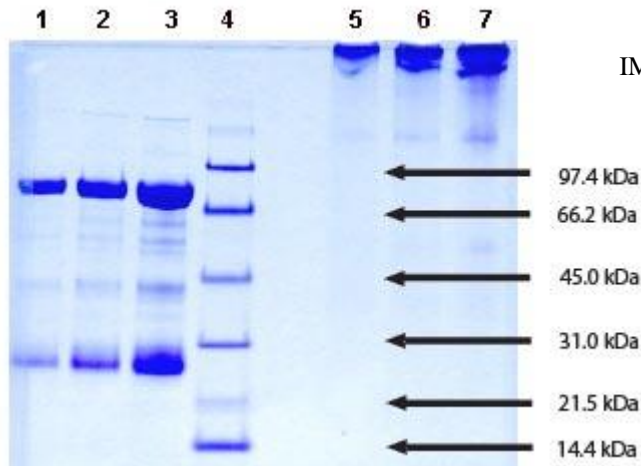
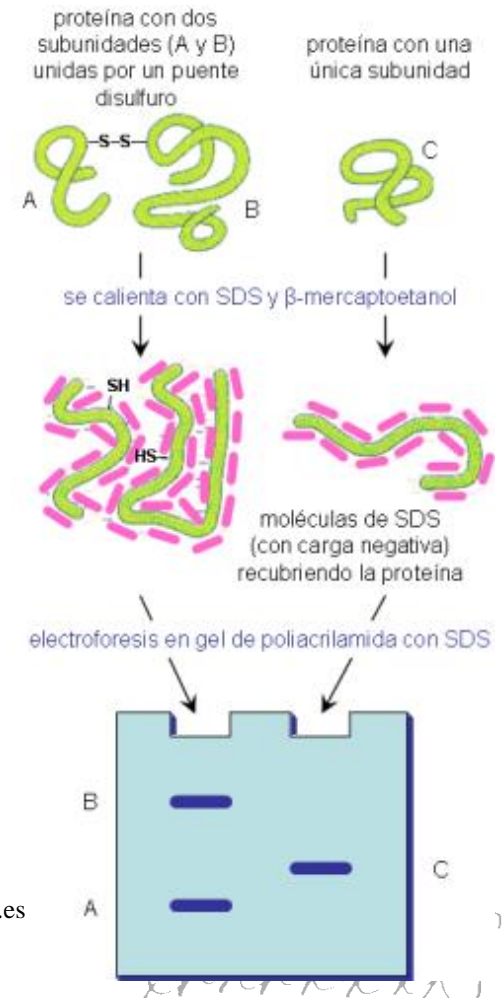


IMAGEN: <http://abcam.com>

Web2/3

IMAGEN: <http://biomodel.uah.es>





APLICACIÓN: Análisis de ADN^{DP}

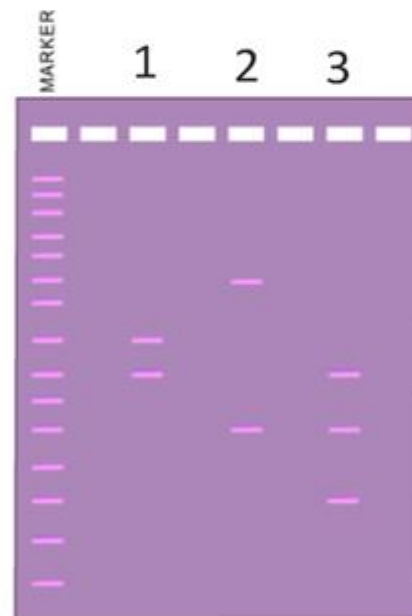
- **El análisis de ADN implica la comparación de muestras de ADN.**
Para ello:

1. Se obtiene una muestra de ADN de un individuo, o de un fósil, la escena de un crimen, etc.

5. Esto produce un patrón de bandas específico para cada individuo, conocido como **perfil de ADN**.

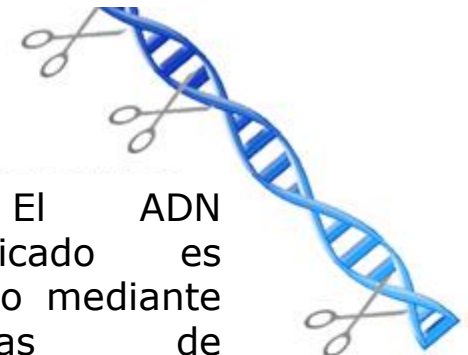
6. Los perfiles de diferentes individuos pueden ser comparados para ver qué bandas tienen en común.

2. Se amplifica dicha muestra mediante PCR.

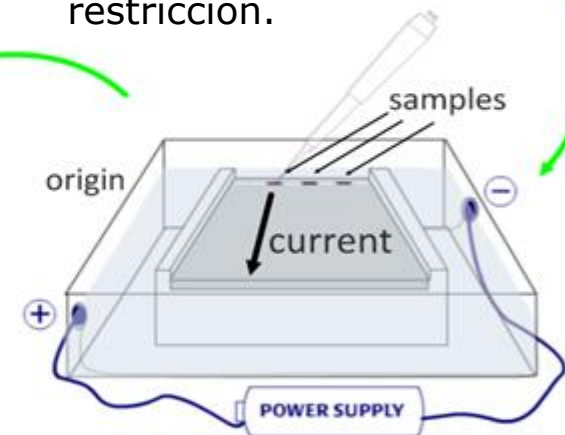


Web4

3. El ADN amplificado es cortado mediante enzimas de restricción.



4. Los fragmentos de ADN son separados mediante electroforesis en gel de agarosa.

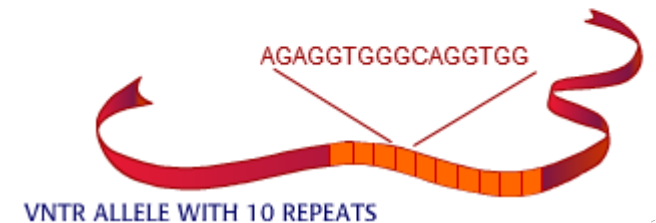
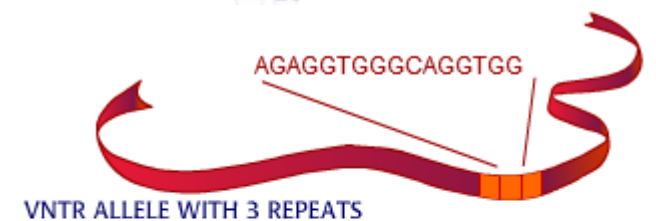
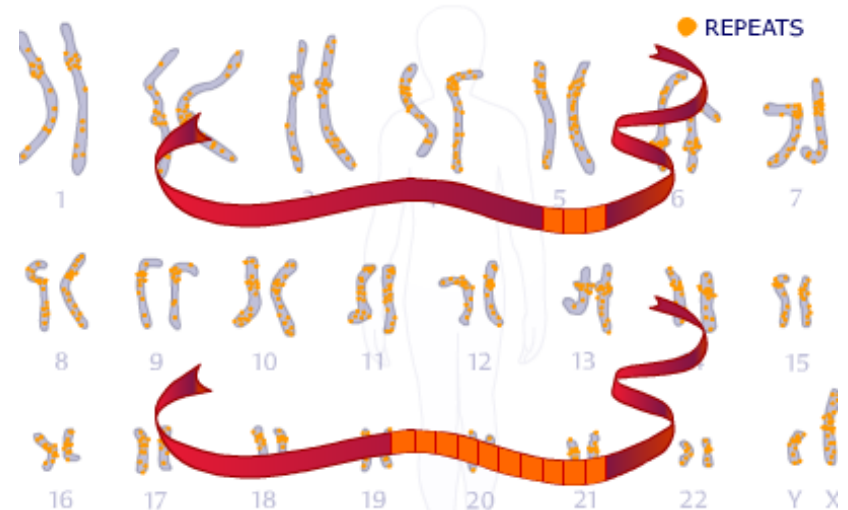


XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Análisis de ADN^{DP}

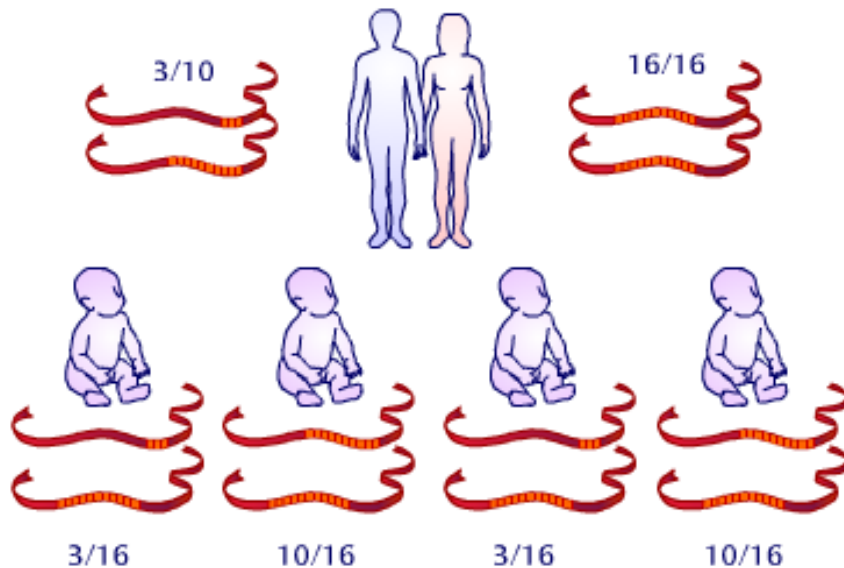
- En las regiones cromosómicas intergénicas, especialmente cerca de los centrómeros, existen **repeticiones polimórficas** siempre en parejas, es decir, una en cada cromosoma homólogo.
- En el locus de un polimorfismo, se localiza un número diferente de repeticiones en tandem de una misma secuencia de nucleótidos.
- Estas repeticiones pueden ser regiones variables de 9-80 nucleótidos repetidas en tándem (**VNTRs**) o bien pequeñas repeticiones en tándem de 2-8 nucleótidos (**SNTs**).
- Cada persona hereda el patrón de VNTRs y SNTRs de sus padres, en un cromosoma materno y otro paterno.





APLICACIÓN: Análisis de ADN^{DP}

- **En el análisis de ADN (DNA profile) se usan repeticiones en tandem**, es decir, se hace uso de estas variaciones o polimorfismos consistentes en secuencias repetidas de ADN.
- La probabilidad de que 2 personas que no son genéticamente idénticas tengan la misma huella de ADN es extremadamente improbable.
- Los marcadores polimórficos usados en el análisis de ADN tienen muchos alelos diferentes con cientos o miles de genotipos.



- Los genetistas deducen el linaje paterno mediante el análisis de pequeñas repeticiones en tándem del cromosoma Y, mientras que deducen el materno a partir del análisis de variaciones en nucleótidos individuales que se encuentran en localizaciones específicas en el ADN mitocondrial, denominadas regiones hipervariables.

Handwritten notes:
...
XXXXXX

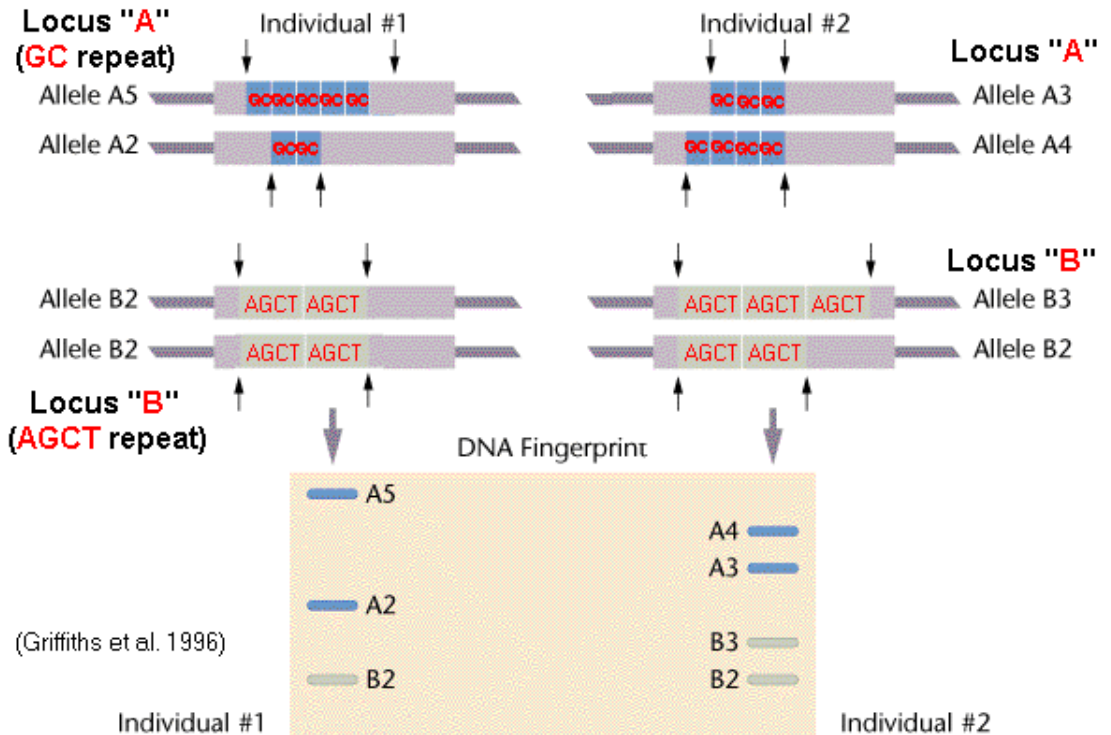


APLICACIÓN: Análisis de ADN^{DP}

- El siguiente ejemplo muestra dos locus (A y B) en dos individuos. Ambos locus consisten de una VNTR con la secuencia repetida en tándem GC (locus A) y AGCT (locus B).

- Si se trata el ADN de ambos individuos con enzimas de restricción que cortan el ADN en las regiones señaladas con una flecha, y posteriormente se realiza una electroforesis en gel de agarosa, se pueden separar los distintos fragmentos en función de su tamaño.

Web2



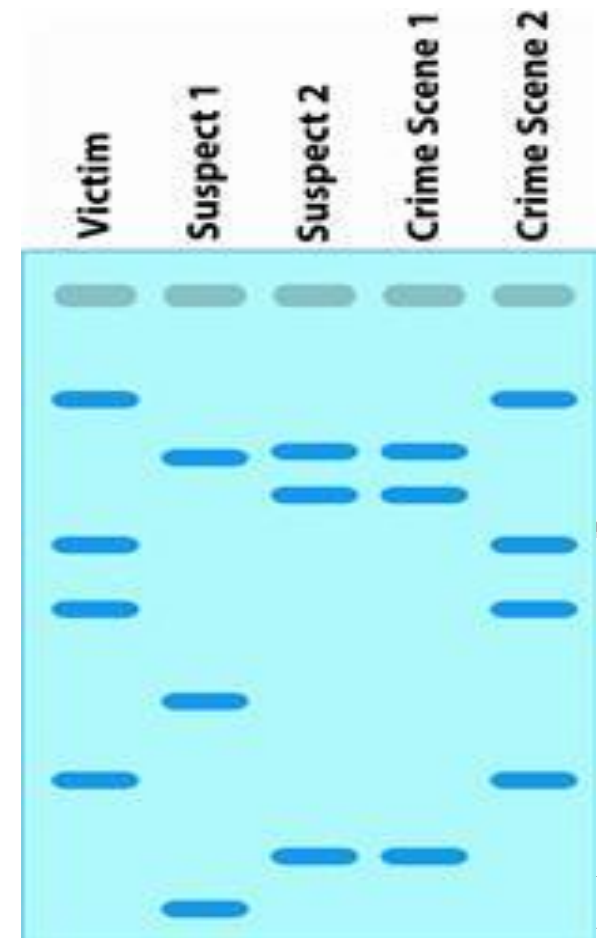
- El patrón de bandeo obtenido para los VNTR es específico y característico de cada individuo, lo que permite su distinción.

Handwritten signature



APLICACIÓN: Uso del análisis de ADN^{DP}

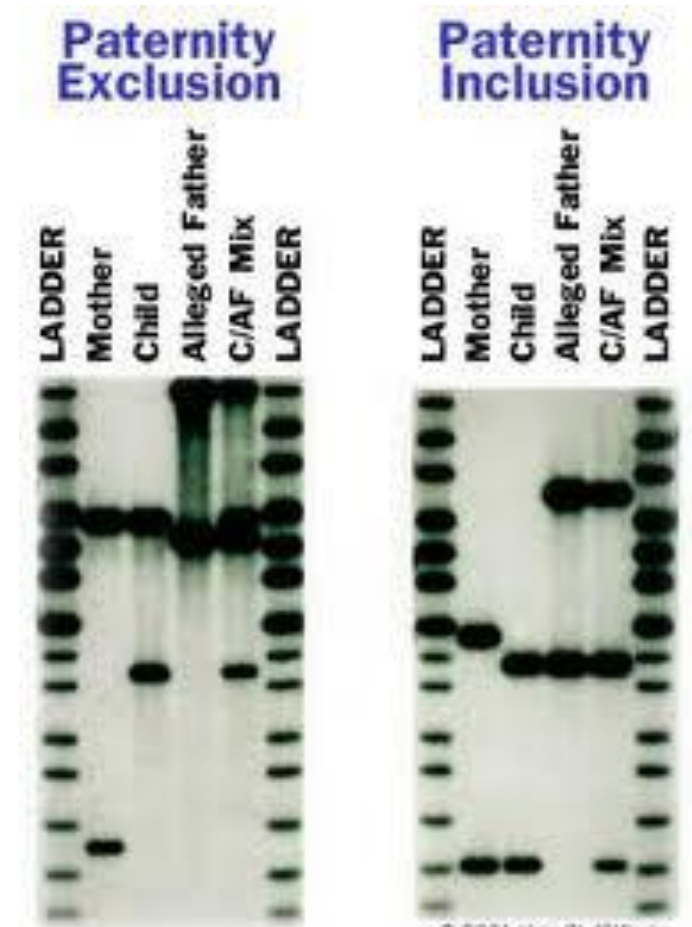
- **El análisis de ADN se usa en estudios de paternidad** (número de bandas compartidas) **y en investigaciones forenses** (total de coincidencias).
- En el caso de las **investigaciones forenses**, puede obtenerse ADN de la escena de un crimen a partir de manchas de sangre, cabello o semen.
- Se compara el perfil de ADN de la muestra obtenida en la escena del crimen con la de los sospechosos y la víctima, de manera que si el patrón de bandas coincide con el de una persona en concreto, es muy probable que las dos muestras de ADN pertenezcan a la misma persona, siendo una evidencia que puede usarse en un juicio.
- Muchos países tienen bases de datos de perfiles de ADN de criminales, lo que ha permitido resolver crímenes.





APLICACIÓN: Uso del análisis de ADN^{DP}

- En el caso de los **estudios de paternidad**, el análisis de ADN se usa para determinar si un hombre es el padre biológico de un niño/a.
- Estas pruebas de paternidad son realizadas por varios motivos, como cuando un hombre mantiene que un niño no es su hijo y que por tanto, rechaza pagar la manutención del mismo, o bien cuando un hijo quiere comprobar si un hombre difunto era su padre, etc.
- En este caso, se compara el patrón de bandas del perfil de ADN de la madre, niño y posibles padres.
- Si alguna de las bandas del niño, no coincide con la de la madre y el posible padre, entonces otro hombre debe ser el padre.





HABILIDAD: Análisis de ejemplos de perfiles de ADN^{DP}

[Create a DNA Fingerprint](#)

Part 1: It Takes a Lickin'...

The Crime

On the evening of November 1, at approximately 8:15 p.m., Jimmy Sweet entered his bedroom, walked over to his desk, and sat down at his computer. While reaching for the computer's switch he noticed, out of the corner of his eye, that one of the items on a typically well-organized shelf was out of place.

Jimmy shot across the room for a closer examination. Sure enough, the object in question had indeed been disturbed.

The object had been sealed in an air-tight package. The package was now ripped open. The object was still inside, but it was no longer in its original condition. In Jimmy's eyes, it was now worthless.

Jimmy pulled out what had been his most-valued possession—his holographic NOVA lollipop. The confectionery treat was now a sticky mess. Someone had obviously indulged him- or herself in its sugary molecules. The lollipop's holographic image had been licked away.



The Suspects



The prime suspects in this case are Jimmy's seven sisters: Candy, Cookie, Sugar, Lolly, Honey, Brandee, and Carmela. Each one of these sisters is a notorious candy lover and is easily capable of committing this crime of confection.

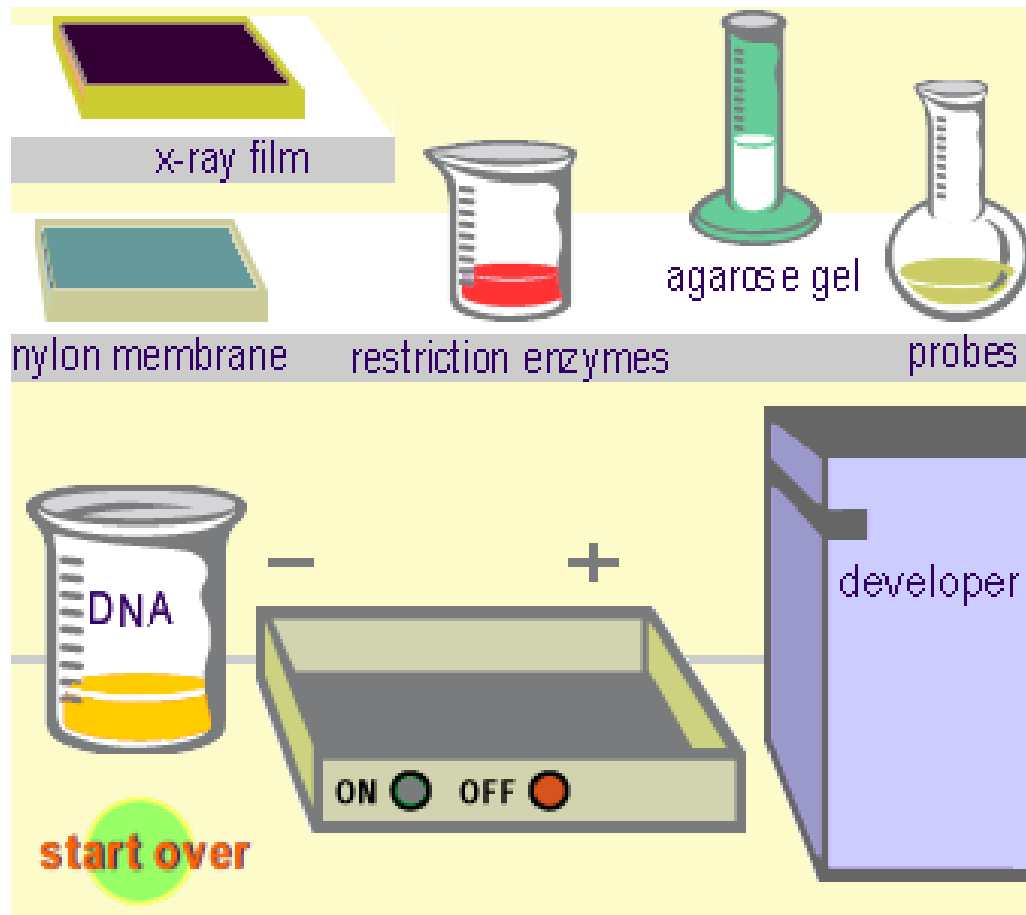
The suspects have been detained. DNA fingerprints of each are available.

Handwritten signature: *in Carmela*
XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Análisis de ejemplos de perfiles de ADN^{DP}

1. Obtención del perfil de ADN.



NOVA lab: DNA fingerprinting

- 1 Pour restriction enzymes into DNA
- 2 Pour agarose gel into tray on lab counter
- 3 Pour DNA into tray
- 4 Turn on switch to begin electrophoresis
- 5 Place nylon membrane on top of the gel
- 6 Add probes to nylon membrane
- 7 Place x-ray film on top of nylon membrane
- 8 Develop film by dragging it to the developer

NOVA ONLINE

XXXXXX



HABILIDAD: Análisis de ejemplos de perfiles de ADN^{DP}

2. Comparación de los perfiles de ADN con la evidencia inculpatória.

Drag the right-most DNA fingerprint over the suspects' fingerprints to find a match.

Once you believe you've found the suspect select **she's the one!**

Candy Cookie Sugar Lolly Honey Brandee Carmella

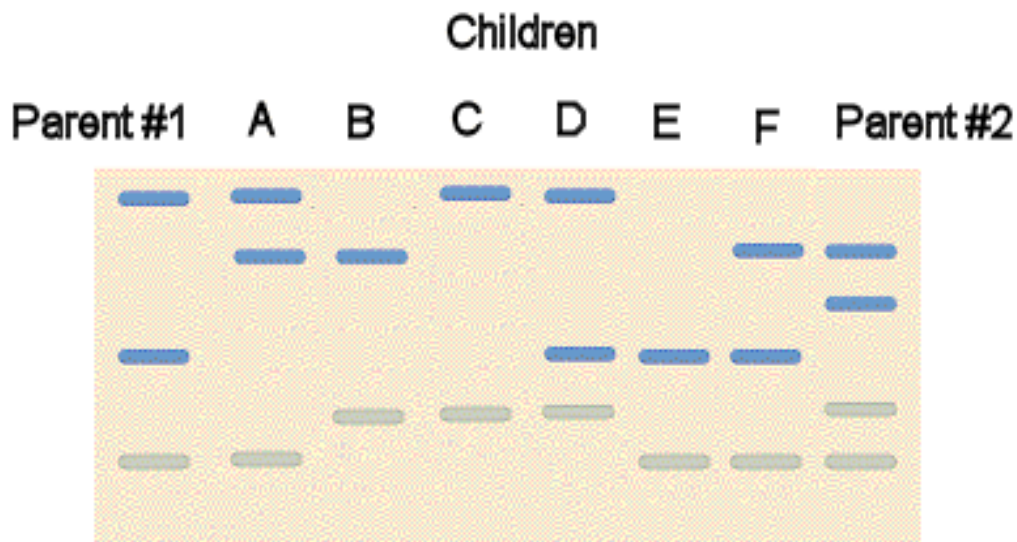
saliva

XXXXXX

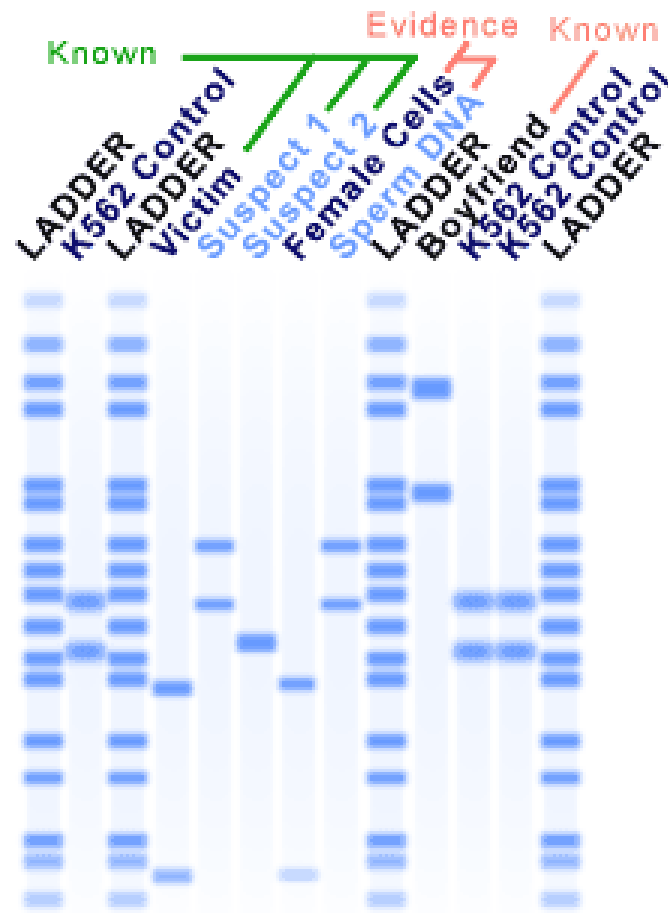


HABILIDAD: Análisis de ejemplos de perfiles de ADN^{DP}

- ¿Qué sospechoso es el culpable de la violación? → **Sexual Assault Case**
- Para los siguientes niños **A-F** de debajo, indica cuál de ellos es fruto de ambos padres (padre y madre).



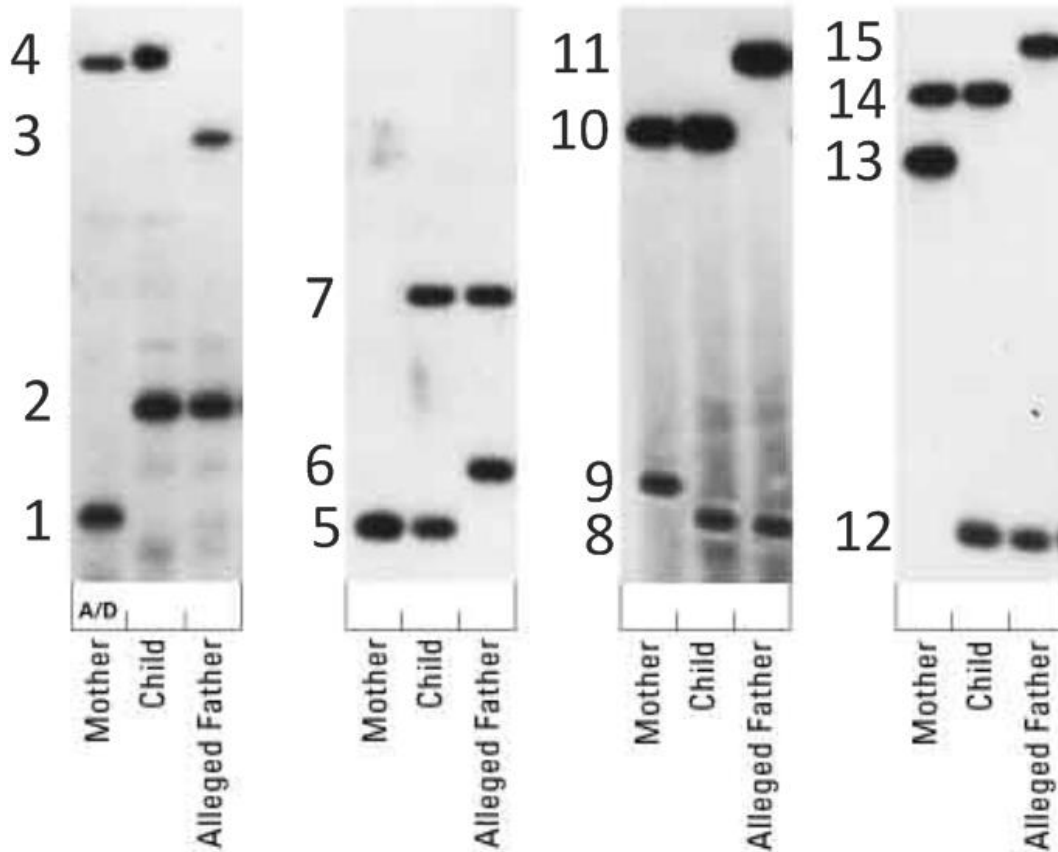
Web5: murder



XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Análisis de ejemplos de perfiles de ADN^{DP}



- Esta cuatro imágenes son secciones del mismo gel de electroforesis.
- El fragmento 1 es el mayor (próximo al inicio). El fragmento 15 es el menor.
- ¿Comparte el hombre suficientes bandas con el bebé como para ser considerado su padre?
- **El perfil de ADN es mejor demostrando la inocencia que la culpabilidad.**

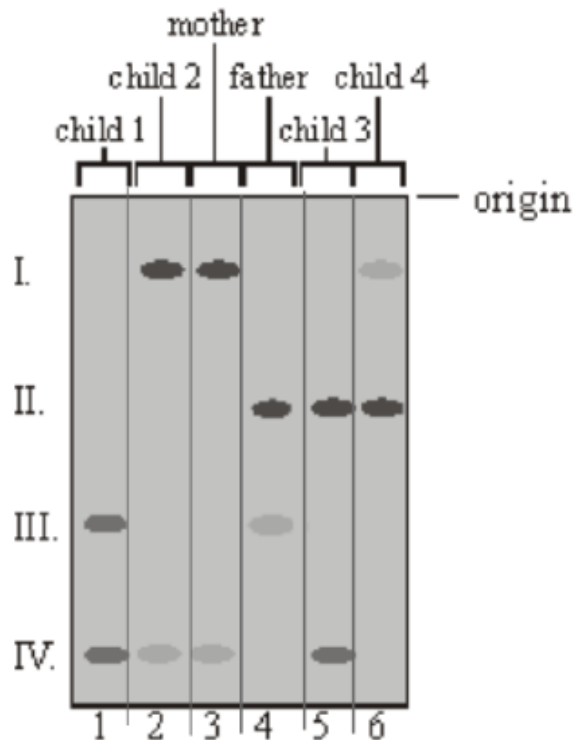


Análisis de ADN en exámenes del BI^{DP}

1. Which DNA fragment is smallest?

I. II. III. **IV.**

This DNA gel shows the profile for a man, a woman and their four children.



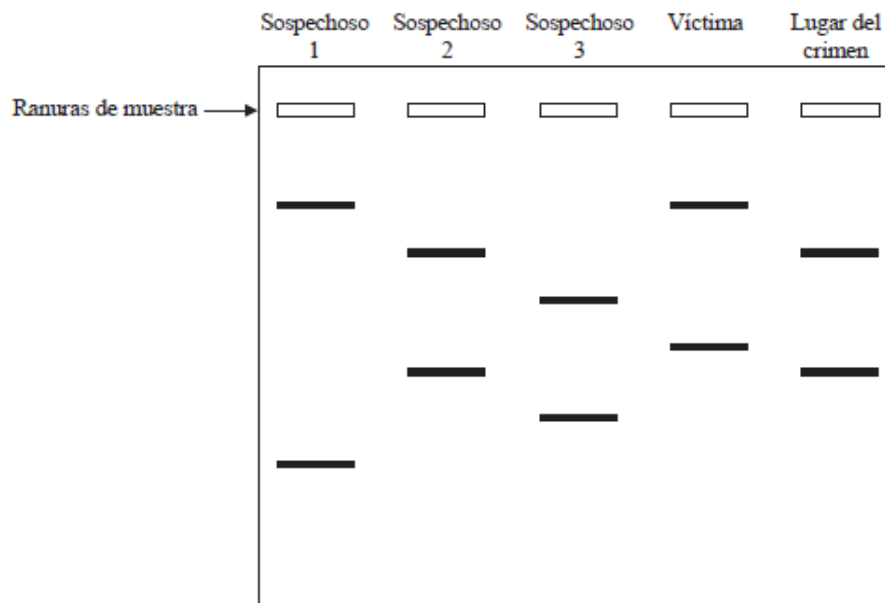
3. Which child is least likely to be the biological offspring of the father?

1 **2** 3 4



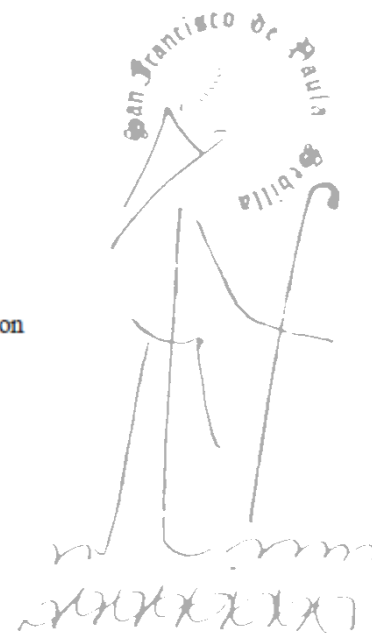
Análisis de ADN en exámenes del BI^{DP}

12. El siguiente diagrama representa los resultados obtenidos de un análisis de ADN obtenido en el lugar de un crimen.



Es más probable que el Sospechoso 2 sea el criminal, ya que el patrón de bandas coincide con la muestra hallada en el lugar del crimen. ¿Qué representan dichas bandas?

- ☒ A. Fragmentos de ADN
- ☐ B. Genes
- ☐ C. Cromosomas
- ☐ D. Cromátidas





Análisis de ADN y TdC^{DP}

- Hay toda una serie de **implicaciones sociales** motivadas por los análisis de ADN, como los problemas de identidad de un hijo que descubre de improviso quién es su padre biológico o los problemas de autoestima de quien descubre que no es padre de los que creía sus hijos.
- Por otro lado, también es discutible la dificultad de evaluar la probabilidad de que dos individuos tengan el mismo perfil, así como la admisión de un análisis de ADN como prueba contundente en algunos casos judiciales famosos de los últimos años.
- El uso de ADN para garantizar condenas en casos legales esta bien establecido; sin embargo, teorías universalmente aceptadas quedan a veces invalidadas a la luz de nuevos hallazgos científicos.
- **¿Que criterios son necesarios para evaluar la fiabilidad de las pruebas?**

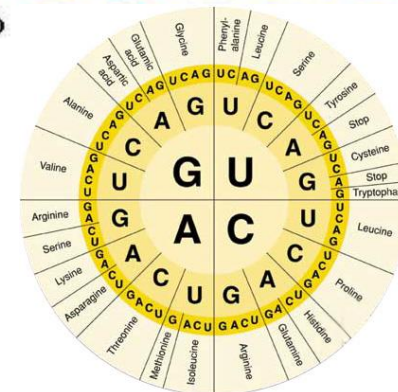
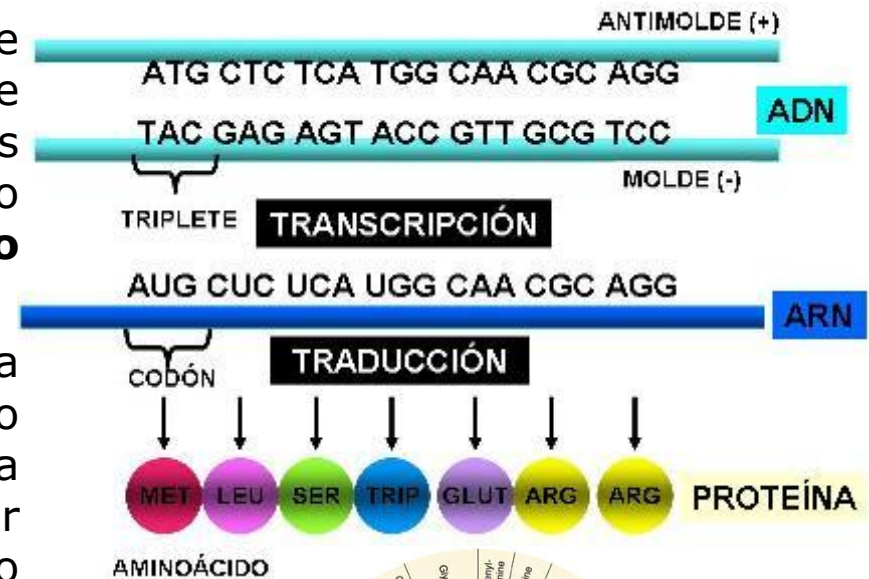
Web5: innocence





Transferencia de genes entre especies^{DP/PAU}

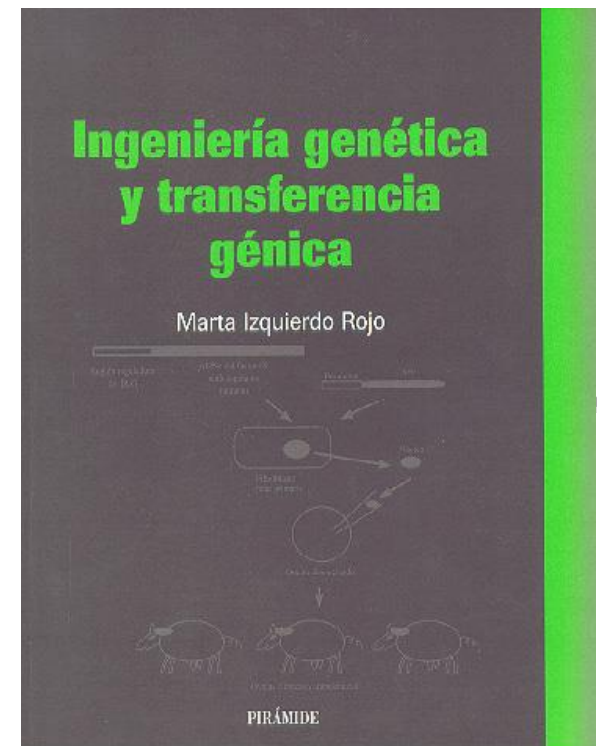
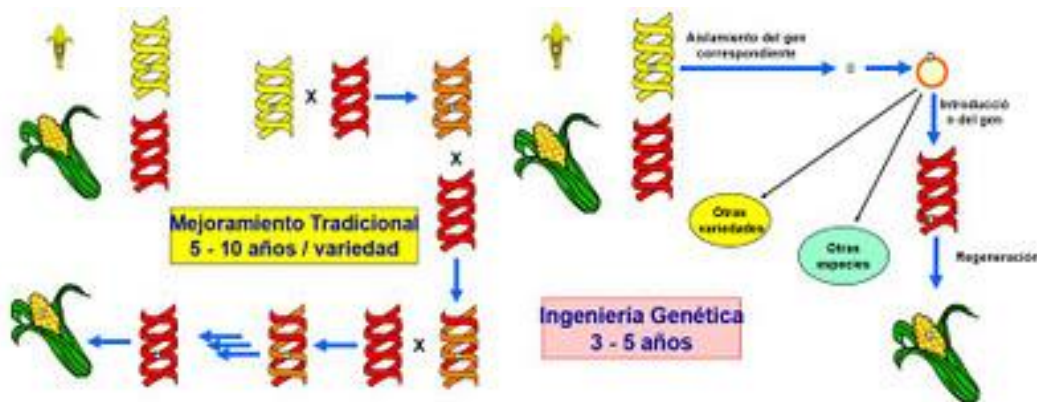
- **La modificación genética se lleva a cabo mediante la transferencia de genes entre especies.**
- Cuando se transfieren genes entre distintas especies, la secuencia de aminoácidos de los polipéptidos traducida a partir de dichos genes no varía dado que el **código genético es universal**.
- Todos los seres vivos, salvo alguna excepción, poseen el mismo código genético, posibilitando que la secuencia de bases (gen) pueda ser transferida de un organismo a otro sin que cambie su función.
- Por tanto, podríamos coger el gen de la insulina de un humano e insertarlo en un plásmido bacteriano, de manera que la bacteria pudiera ahora producir insulina humana.





Transferencia de genes entre especies^{DP/PAU}

- En las técnicas de transferencia génica, se identifica en un organismo el gen que codifica para una característica favorable y es transferido a otro organismo.
- La transferencia de genes entre especies, puede usarse en:
 - **Farmacología**; para producir grandes cantidades de una proteína deseada, como la insulina o factores de coagulación.
 - **Agricultura**; para modificar genéticamente (adquiriendo características favorables), organismos de interés agrícola como el arroz dorado rico en nutrientes.

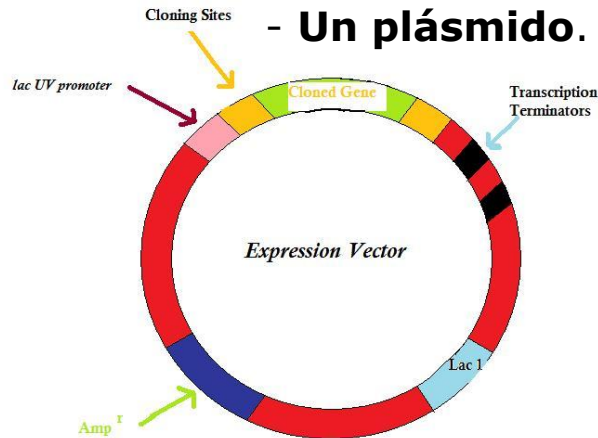




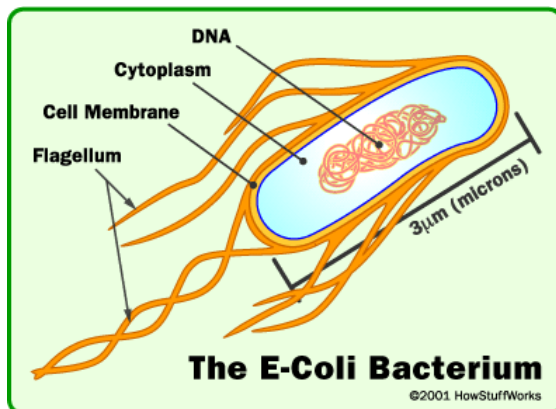
APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

- La transferencia de genes a bacterias mediante el uso de plásmidos supone el uso de endonucleasas de restricción y de la ADN ligasa.

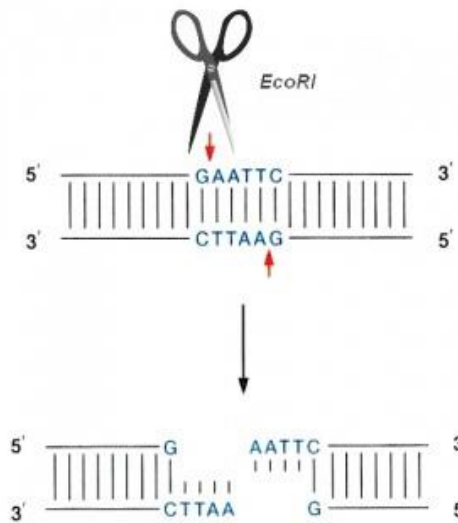
- Un plásmido.



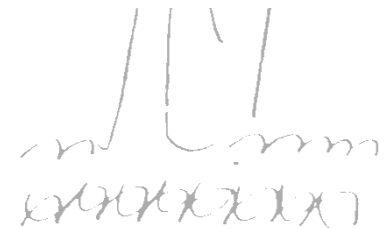
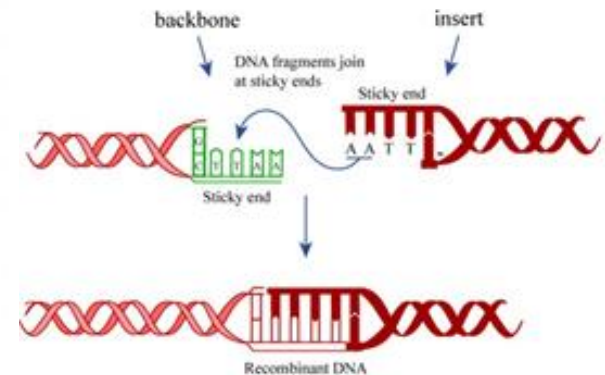
- Bacteria hospedadora.



- Enzima de restricción.



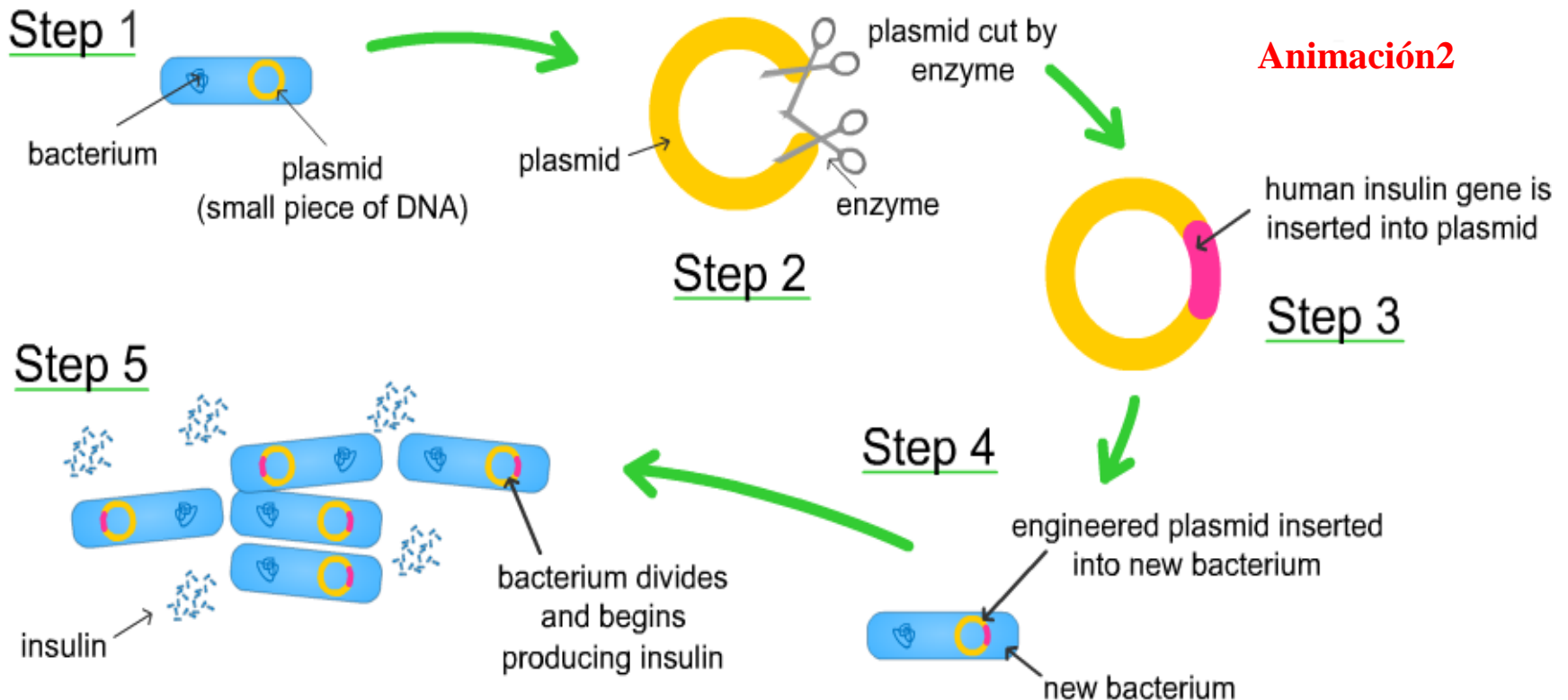
- Enzima ADN ligasa.





APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

Step 1. Extraer un plásmido bacteriano (o comprarlo comerciales) que posea un gen de resistencia a un antibiótico.



Animación2

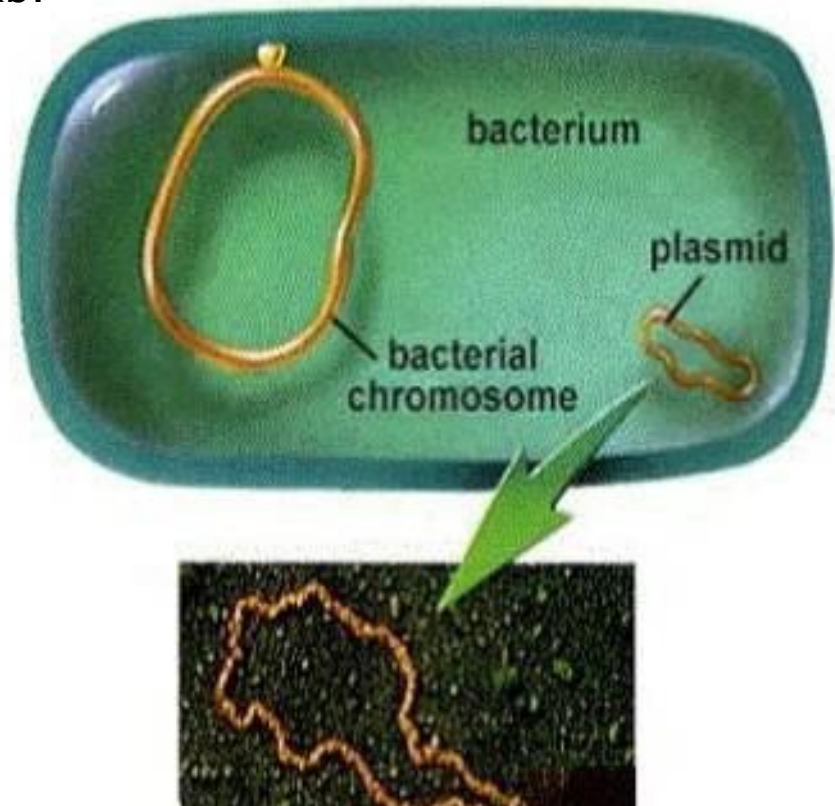
Step 2. Cortar dicho plásmido con una **enzima de restricción** (endonucleasas) que reconoce unas secuencias específicas en el ADN.

Handwritten signature



APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

- Los **plásmidos** son moléculas de ADN bicatenario extracromosómico circular que se replican y transmiten independientes del ADN cromosómico. Están presentes normalmente en bacterias, teniendo un tamaño que varía desde 3 a 10 kb.
- En general, no contienen genes esenciales, sino que confieren ventajas al hospedador en condiciones de crecimiento determinadas, siendo el ejemplo más común el de los plásmidos que contienen genes de resistencia a un determinado antibiótico, de manera que el plásmido únicamente supondrá una ventaja en presencia de ese antibiótico.



XXXXXX



APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

- Las bacterias se transfieren por **conjugación** los plásmidos mediante unas estructuras denominadas *pili*.
- Los plásmidos se utilizan como vectores de clonación en ingeniería genética por su capacidad de reproducirse de manera independiente del ADN cromosómico, así como también porque es relativamente fácil manipularlos e insertar nuevas secuencias genéticas.

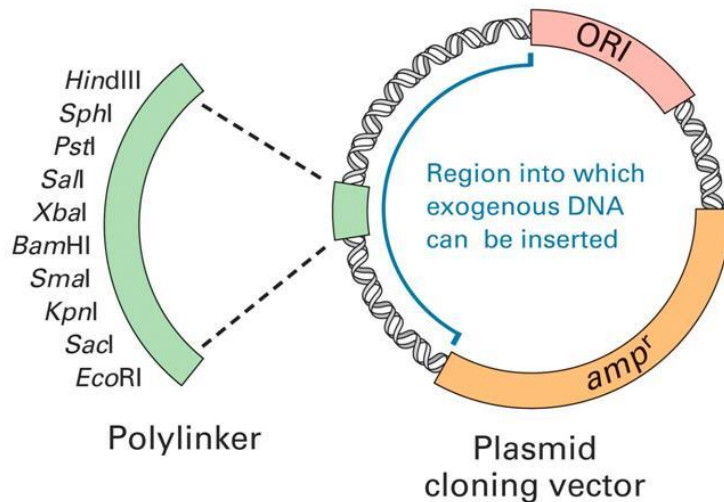


IMAGEN: <http://www3.uah.es>

Molecular Cell Biology, 4th/5th Ed. Lodish, H. et al.

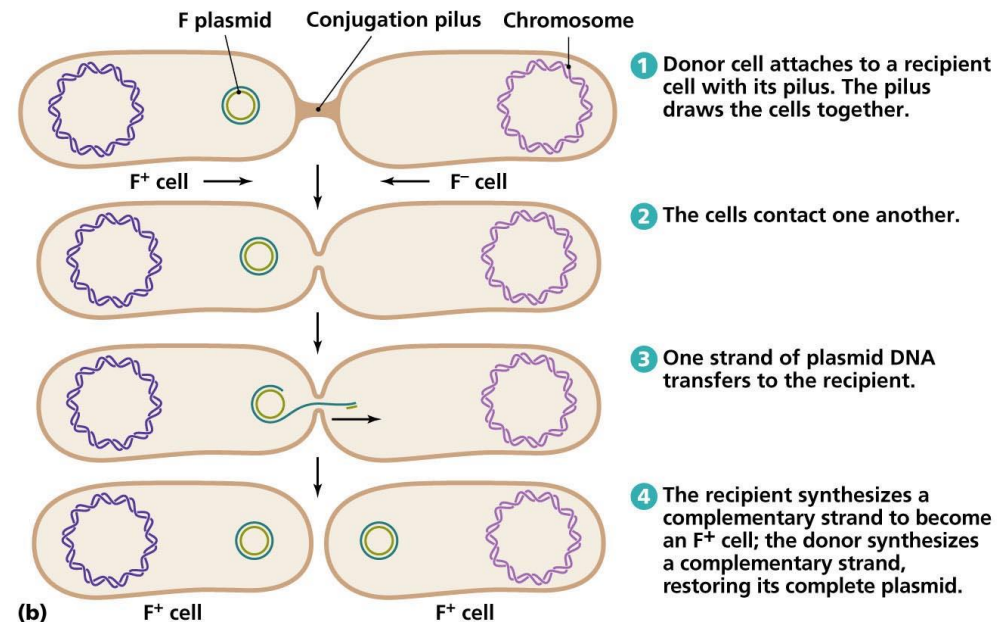


IMAGEN: academic.pgcc.edu

XXXXXXXXXX

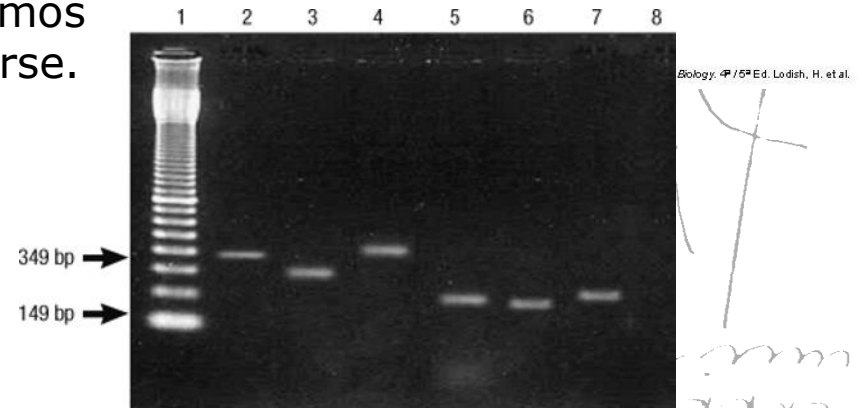
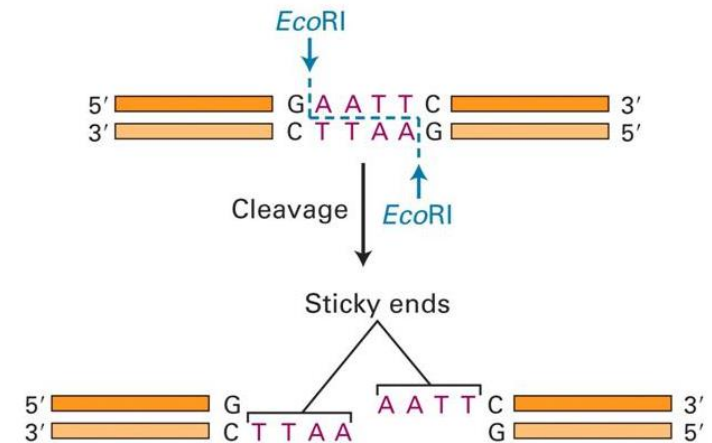


APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

- Las **enzimas o endonucleasas de restricción** son aquellas que pueden reconocer una secuencia concreta de entre 4 y 12 nucleótidos dentro de una molécula de ADN y cortarlo en ese punto determinado, llamado sitio de restricción.
- El mecanismo de corte de ADN se realiza a través de la ruptura de dos enlaces fosfodiéster en la doble hebra, lo que da lugar a dos extremos de ADN. Algunas cortan el ADN en el mismo punto, originando extremos **romos** (cuando los enlaces rotos coinciden), pero otras cortan el ADN en puntos distintos, originando extremos **cohesivos**, que pueden volver a unirse.



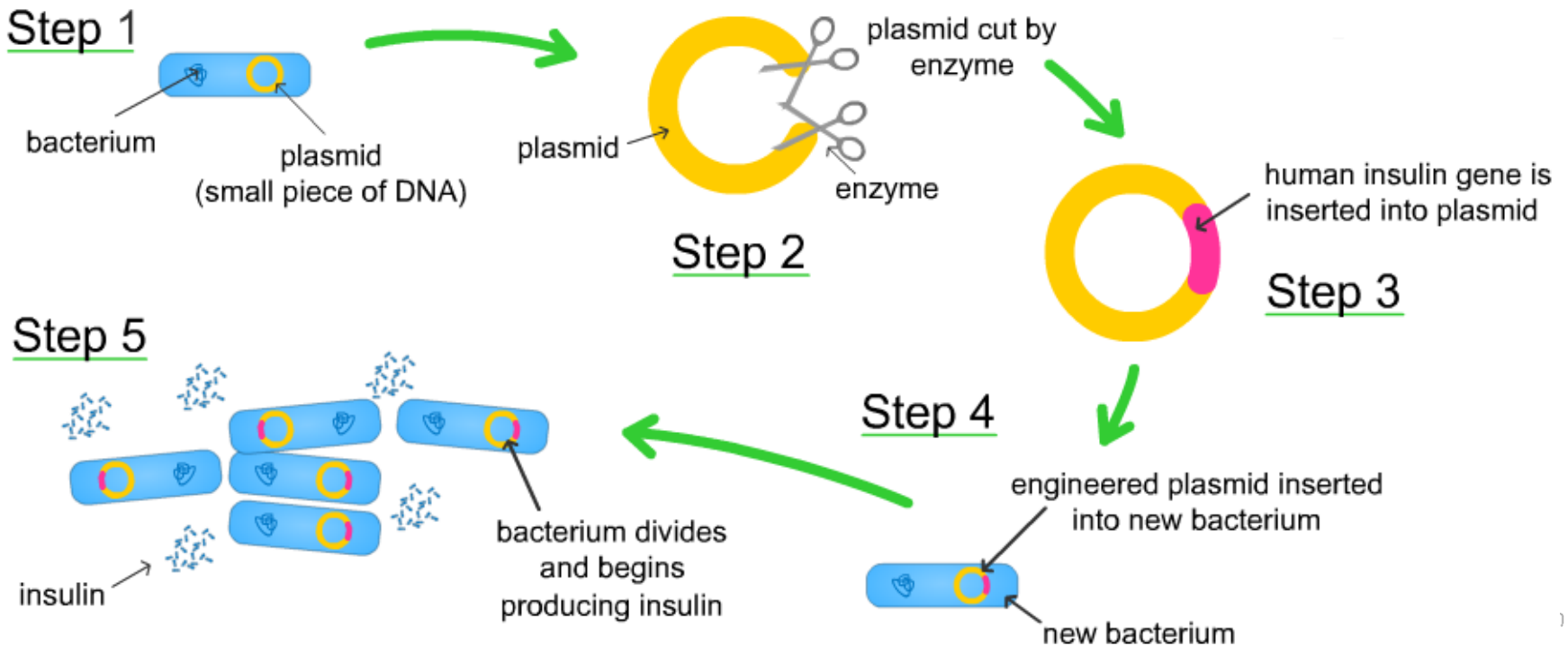
Animación3





APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

Step 3. El gen de interés es cortado con la misma enzima de restricción, generando extremos cohesivos, por lo que puede ser insertado en el plásmido mediante la enzima **ADN ligasa**. Si el gen de interés es eucariota, como la insulina, posee intrones, por lo que a partir de su ARNm aislado, se produce ADNc mediante la **enzima transcriptasa inversa**, que posteriormente en forma de doble cadena se inserta en el plásmido.



XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

Animación4 Web6

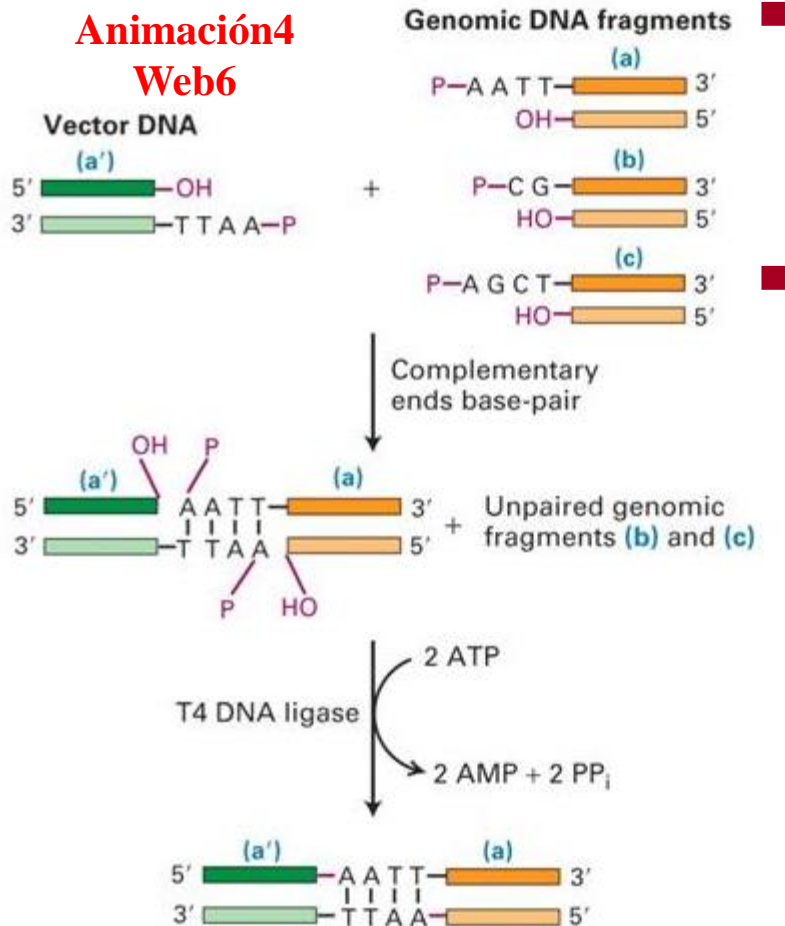
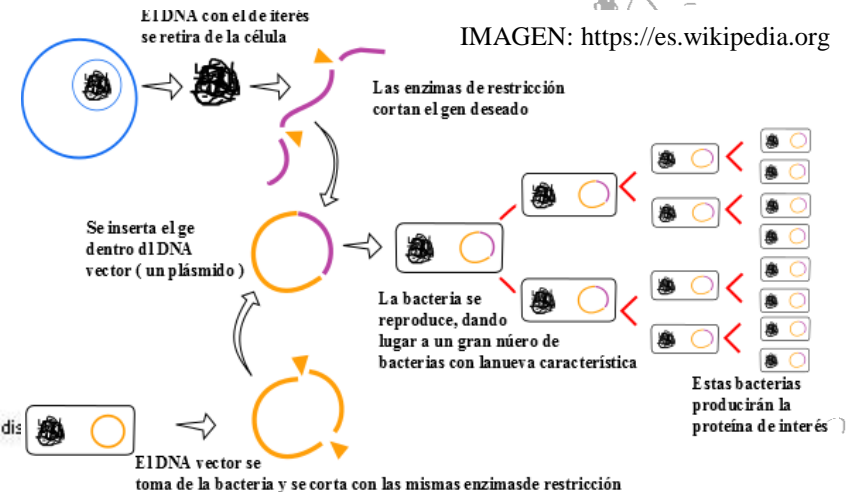


IMAGEN: <http://www3.uah.es>

Molecular Cell Biology, 4ª / 5ª Ed. Lodis

La **ADN ligasa** es una enzima que forma enlaces covalentes fosfodiéster entre el extremo 5'-difosfato de una cadena polinucleotídica y el extremo 3'-hidroxilo de otra cadena polinucleotídica.

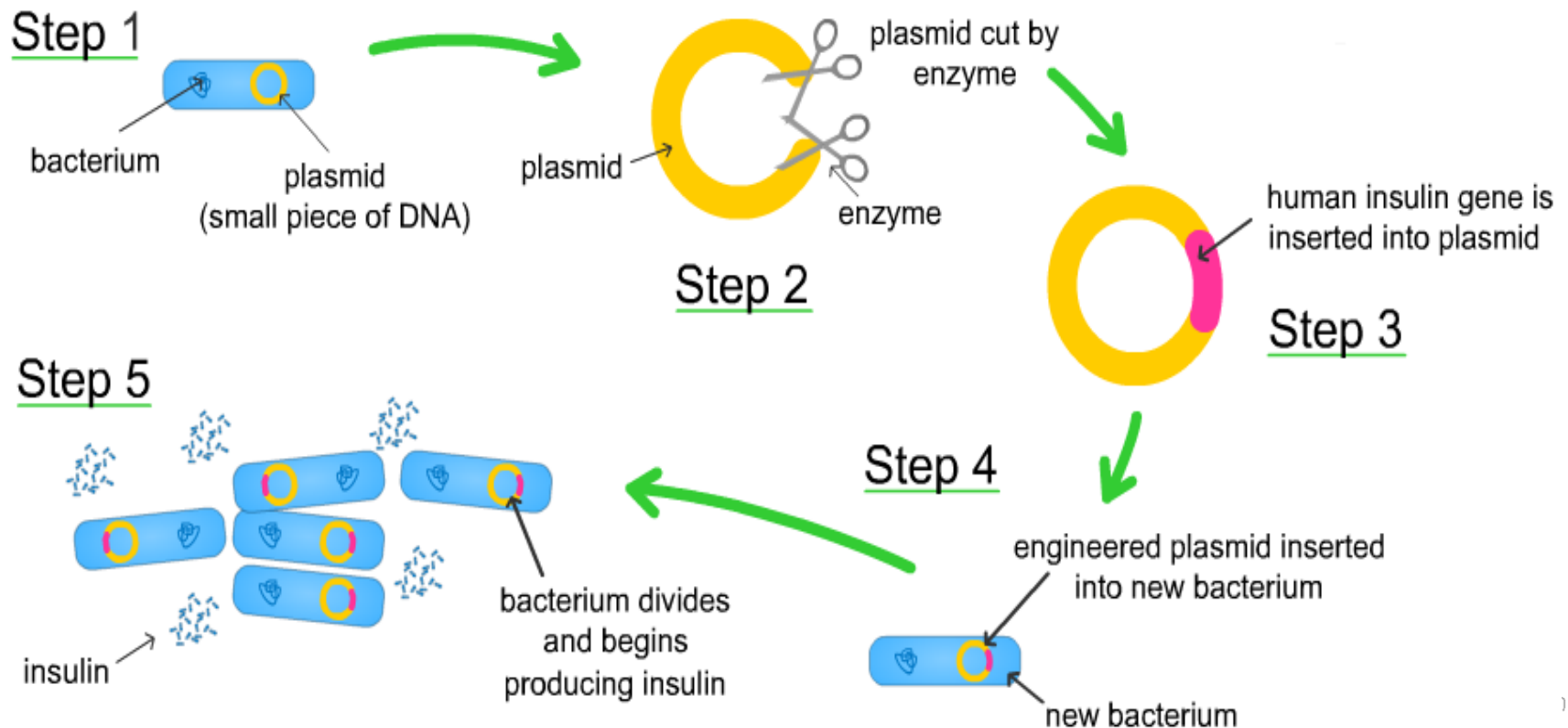
Al extraer (cortar) el gen de interés del genoma con el mismo enzima de restricción con el que se corta el plásmido, ambos presentan extremos cohesivos que permiten que el gen pueda integrarse en el plásmido con ayuda de la ADN ligasa.





APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

Step 4. El plásmido con el gen de la insulina es introducido por **transformación** en la bacteria (el hospedador). Para seleccionar los transformantes, se cultivan en medio con antibiótico, de manera que solo las bacterias que hayan incorporado el plásmido, sobrevivirán.

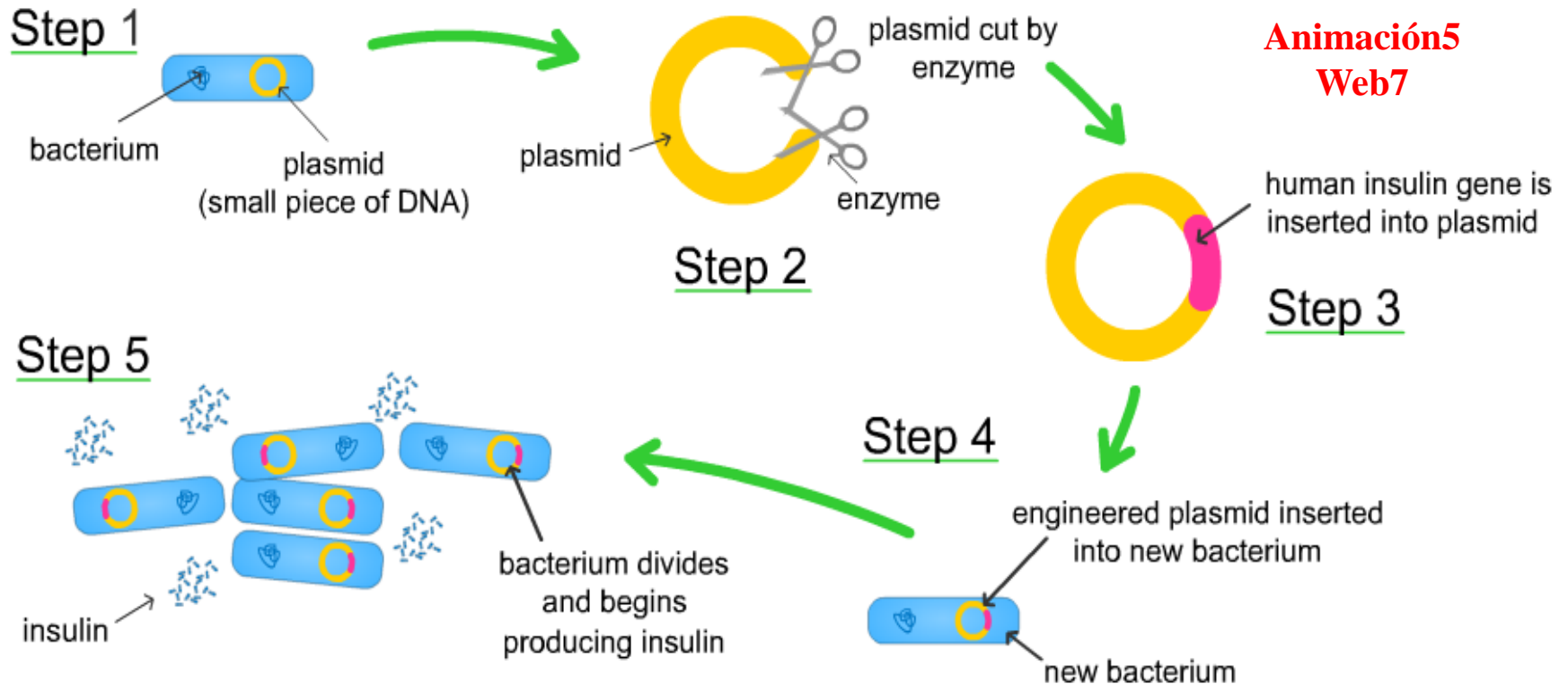


XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Transferencia de genes a bacterias^{DP/PAU}

Step 5. Las bacterias transformantes seleccionadas se cultivan en grandes tanques de cultivo con el medio apropiado. Comienzan a dividirse, poseyendo cada una de ellas el plásmido con el gen de interés (**clonación**), y a producir insulina, la cual puede ser purificada.



**Animación5
Web7**

XXXXXXXXXXXX



NATURALEZA CIENCIAS: Evaluación de riesgos asociados a la investigación científica^{DP}

- La modificación genética ha sido muy utilizada para mejorar los cultivos. Ejemplo de ello son el **arroz transgénico** (Golden rice) **enriquecido en betacaroteno**, que puede convertirse en vitamina A en el organismo y prevenir la ceguera, las plantas de **tomate transgénico con tolerancia** a una mayor **salinidad** o el cultivo de **maíz transgénico resistente a la oruga** de manera que los agricultores no pierdan sus cosechas, o de **soja tolerante al herbicida glifosato**.



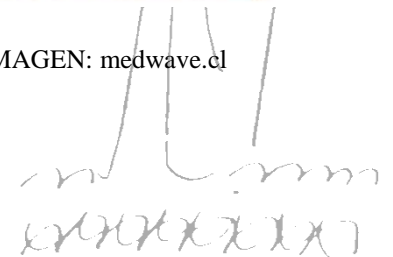
IMAGEN: <http://www.northeastern.edu>



IMAGEN: the-scientist.com



IMAGEN: medwave.cl





NATURALEZA CIENCIAS: Evaluación de riesgos asociados a la investigación científica^{DP}

- Desde que se realizaron los primeros experimentos de modificación genética en los años 70 del siglo pasado, **los científicos tratan de evaluar los riesgos asociados a especies de ganadería o cultivos modificados genéticamente.**

IMAGEN: <http://jmmulet.naukas.com>



- Existe un intenso debate acerca de los riesgos potenciales asociados a los organismos genéticamente modificados, que ha llevado a prohibirlos en algunos países, a pesar de sus potenciales beneficios.





NATURALEZA CIENCIAS: Evaluación de riesgos asociados a la investigación científica^{DP}

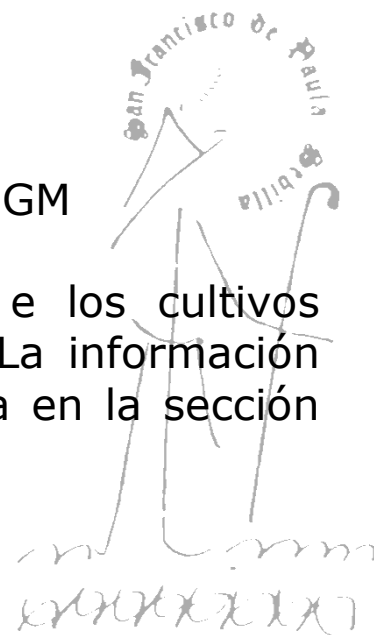
- Casi todo lo que hacemos implica riesgos, no siendo posible su eliminación por completo. Es un proceso natural el que el hombre examine y evalúe los riesgos de una acción para decidir si continúa con ella o no. Pero además, antes de empezar a realizar una actividad, hay que evaluar los riesgos de la misma según el **principio de precaución**.
- Esto es lo que deben hacer los científicos, evaluar los riesgos asociados a esta investigación antes de llevarla a cabo, lo cual se hace determinando la probabilidad de que ocurra un accidente u otra consecuencia dañina.
- Si la probabilidad es alta, no debería continuarse la investigación.





APLICACIÓN: Evaluación de riesgos potenciales y beneficios asociados a los cultivos GM^{DP}

- Aunque los cultivos transgénicos tienen beneficios potenciales evidentes, estos cultivos han sido y siendo cuestionados. Incluso los aspectos más básicos, tales como el incremento de la producción, la reducción en el uso de herbicidas y pesticidas ha sido cuestionado.
- Para evaluar tanto los beneficios como los riesgos asociados a los cultivos genéticamente modificados, hay que analizar las evidencias o afirmaciones relativas a:
 - Beneficios y riesgos ambientales de los cultivos GM
 - Beneficios y riesgos para la salud de los cultivos GM
 - Beneficios y riesgos para la agricultura de los cultivo GM
- Con objeto de poder evaluar los beneficios y riesgos e los cultivos transgénicos, se realizará un **debate** sobre el maíz BT. La información necesaria para la realización de este debate se encuentra en la sección actividades.





APLICACIÓN: Evaluación de riesgos potenciales y beneficios asociados a los cultivos GM^{DP}

■ Beneficios y riesgos ambientales de los cultivos GM:

Beneficios	Riesgos
Con variedades de cultivos transgénicos que expresan una toxina que las hace resistentes a ciertas plagas, como el maíz Bt, se usa menos plaguicida, reduciendo el daño potencial sobre insectos beneficiosos como las abejas.	Organismos no diana, pudieran verse afectados por las toxinas que los cultivos transgénicos, como el maíz Bt, producen para controlar las plagas.
Al necesitarse menos fumigación, se gasta menos dinero.	Los genes transferidos a los cultivos resistentes a herbicidas, como la soja resistente al glifosato, podrían expandirse a plantas silvestres, convirtiéndose en malas hierbas incontrolables.
Se alarga la vida media de las frutas y verduras, reduciendo los desperdicios y el área de cultivo que se necesita.	Reducción de la biodiversidad.

XXXXXXXXXX



APLICACIÓN: Evaluación de riesgos potenciales y beneficios asociados a los cultivos GM^{DP}

- Beneficios y riesgos para la salud de los cultivos GM:

Beneficios	Riesgos
El valor nutricional de los cultivos puede mejorarse, como el arroz dorado que produce vitamina A.	Las proteínas producidas por los cultivos transgénicos, podrían causar una reacción alérgica en los humanos o el ganado al consumirlos.
Pueden producirse variedades de cultivos que carezcan de alérgenos o toxinas presentes en las variedades naturales.	Los genes de resistencia a antibióticos usados como marcadores en la transferencia de genes pudieran expandirse a bacterias patógenas.
Pueden producirse cultivos transgénicos que produzcan vacunas, de manera que al comerlos, las personas se vacunen contra una enfermedad.	Los genes transferidos podrían mutar y causar problemas inesperados cuyos riesgos no habrían sido evaluados durante el desarrollo de los cultivos.

Handwritten signature and scribbles.



APLICACIÓN: Evaluación de riesgos potenciales y beneficios asociados a los cultivos GM

- Beneficios y riesgos para la agricultura de los cultivo GM:

Beneficios	Riesgos
Pueden producirse variedades de cultivos resistentes a la sequía, frío y salinidad, con lo que se tienen cultivos en sitios donde antes no se podía, aumentando la producción.	Transferencia genética- los genes se pueden desplazar a cultivos convencionales
Pueden producirse variedades de cultivos resistentes a enfermedades causadas por virus.	Las variedades de cultivos que expresan una toxina que las hace resistentes a ciertas plagas, puede expandirse dicho gen a otras plagas.
Producción de cultivos resistentes a herbicidas, aumenta la producción de los mismos, ya que al aplicar el herbicida mueren todas las malas hierbas y no disminuyen los recursos.	No pueden desarrollarse semillas adaptadas a las condiciones locales, dado que algunas variedades están creadas para que no produzcan semillas.

XXXXXXXXXX

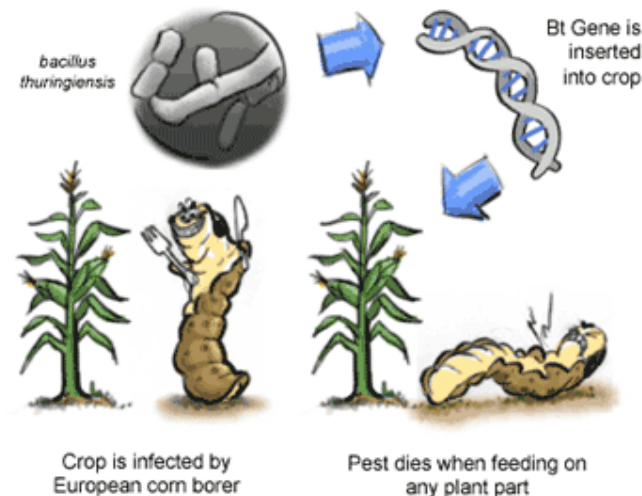


HABILIDAD: Análisis de datos sobre los riesgos para las mariposas monarca de cultivos Bt^{DP}

- Los insectos causantes de plagas en los cultivos suelen ser controlados mediante pesticidas, sin embargo, se han generado cultivos transgénicos que producen una toxina que mata a los insectos.
- Se ha generado un cultivo de maíz genéticamente modificado para ser resistente a la plaga de la **oruga del taladro o barrenador del maíz**. Esta oruga se distribuye por el tallo y hojas del maíz, dañando los haces vasculares e interrumpiendo el transporte de agua y nutrientes a lo largo de la planta.
- El **maíz Bt** contiene un gen de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que produce una proteína tóxica para la oruga del taladro, sintetizándola en todas las partes de la planta, incluso el polen.



Web9



XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Análisis de datos sobre los riesgos para las mariposas monarca de cultivos Bt^{DP}

- El maíz (*Zea mays*) es atacado por varios insectos, además por el barrenador del maíz (larva de la polilla *Ostrinia nubilalis*).
- Recientemente se ha puesto de manifiesto una preocupación del efecto de la toxina Bt sobre otras especies de insectos no diana de esta toxina, como la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), que suele alimentarse del algodoncillo (*Asclepias curassavica*).
- El algodoncillo algunas veces crece cerca de los cultivos de maíz, por lo que puede impregnarse de polen del maíz Bt.
- Existe por tanto una posibilidad de que la mariposa monarca pudiera envenenarse con la toxina Bt en el polen del maíz transgénico.



Web10

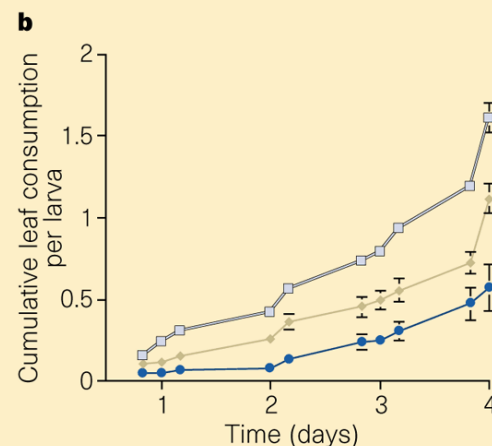
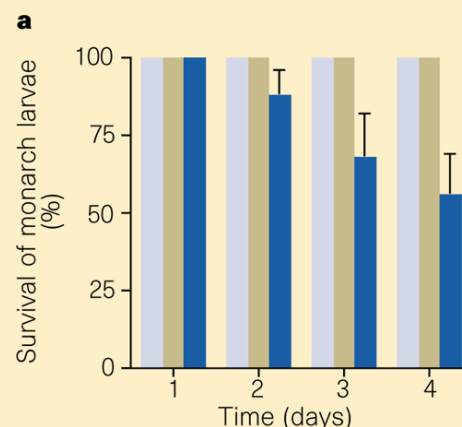
IMAGEN: <http://www.pnas.org/content/98/21.cover-expansion>

XXXXXXXXXX



HABILIDAD: Análisis de datos sobre los riesgos para las mariposas monarca de cultivos Bt^{DP}

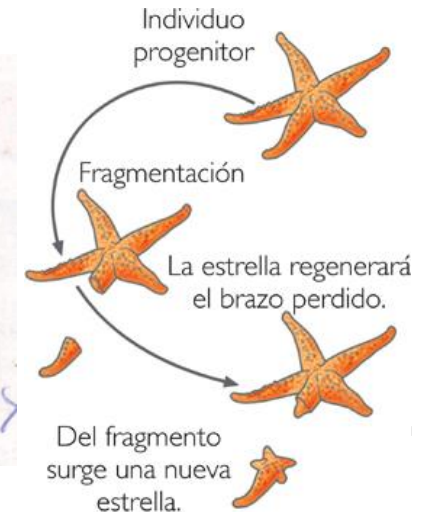
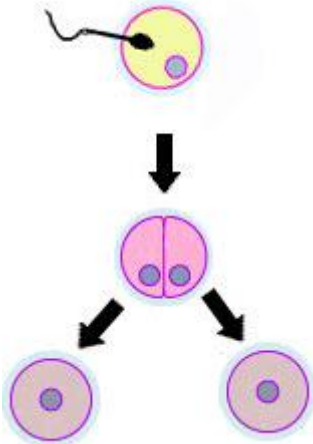
- Los gráficos muestran la supervivencia y el consumo de hojas de algodoncillo por la larva de la mariposa monarca, sometidos a tres tratamientos diferentes: hojas sin polen (azul claro), hojas espolvoreadas con polen de maíz silvestre (verde) y hojas espolvoreadas con polen de maíz *Bt* (azul oscuro).
- ¿Qué indican los datos respecto a la supervivencia de la larva monarca?
- ¿Qué indican los datos respecto al efecto del polen sobre el consumo de hojas de algodoncillo por parte de la larva monarca?
- ¿Qué conclusión puede obtenerse de este experimento?





Clones^{DP}

- Los organismos que se reproducen sexualmente, como los humanos, producen nuevos individuos que son genéticamente diferentes. Sin embargo, otros organismos como los geranios y las estrellas de mar, se reproducen asexualmente, generando individuos genéticamente idénticos.



- **Los clones son grupos de organismos idénticos genéticamente, derivados de una única célula parental original.**
- Los gemelos monocigóticos e individuos generados por reproducción asexual son clones. En el caso de los gemelos, proceden de un mismo cigoto o embrión que se ha dividido, y cada parte desarrolla por separado un nuevo individuo al otro.



Métodos naturales de clonación^{DP}

- Se denomina **clonación** a la producción de organismos genéticamente idénticos. **Muchas especies vegetales y algunas especies animales presentan métodos naturales de clonación.**
- Estos métodos usados por las plantas son muy variados e incluyen hojas, tallos, raíces y bulbos.
- Las **fresas** desarrollan unos tallos denominados **estolones**, que crecen de forma paralela al suelo, y que desarrollan raíces cuando tocan el suelo. Hacen fotosíntesis usando sus hojas, llegando a ser independientes de la planta parental.
- Las **cebollas** y el **ajo** se reproducen mediante **bulbos**, que desarrollan hojas que hacen fotosíntesis para que crezca un nuevo grupo de bulbos genéticamente idénticos.

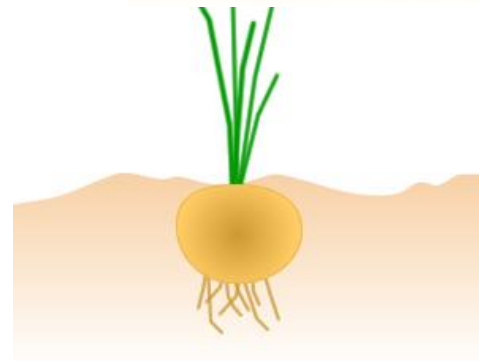
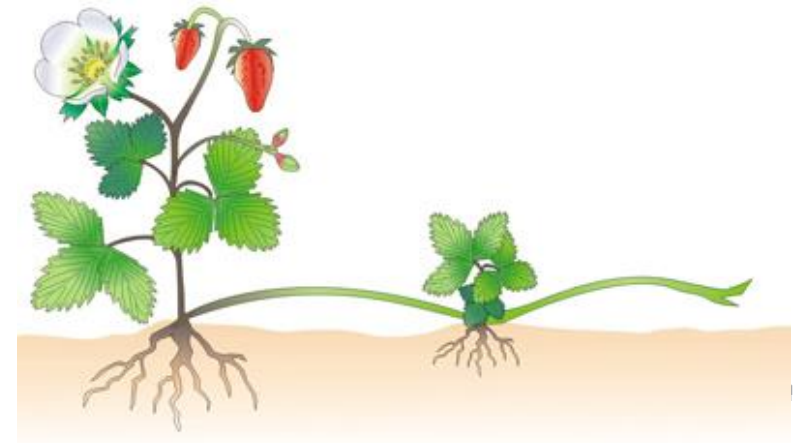
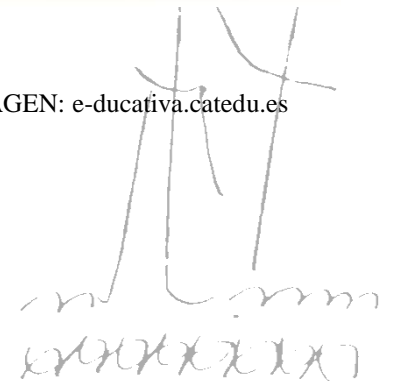


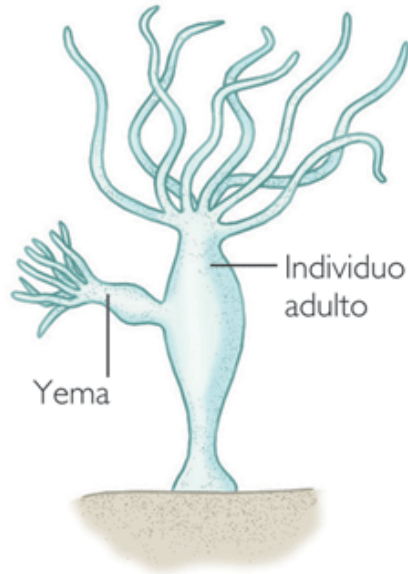
IMAGEN: e-ducativa.catedu.es





Métodos naturales de clonación^{DP}

- Los métodos naturales de clonación son menos frecuentes en animales, aunque existen especies que los usan.
- Las **hidras** se reproducen asexualmente **por gemación** cuando el alimento es abundante. Las **estrellas de mar** se reproducen asexualmente **por fragmentación**, es decir, a partir de un brazo que se desprende, se desarrolla un nuevo individuo genéticamente idéntico.



Gemación en un cnidario
(hidra de agua dulce).



IMAGEN: conocimientosabio6.blogspot.com.es

Video2



IMAGEN: gavetasdemiescritorio.blogspot.com.es

Handwritten signature or scribble at the bottom right of the page.



HABILIDAD: Diseño experimental para evaluar el enraizamiento de esquejes de tallo (estaquillas)^{DP}

- Los **esquejes** son fragmentos cortados de tallo de plantas que son introducirlos en tierra, para producir raíces. Las plantas enraizadas de esta manera serán idénticas a sus progenitoras, es decir, formarán con ellas un clon.
- Existen diferentes formas de hacer esquejes, según la fase del periodo de crecimiento en que se corten, realizándose a partir de brotes o ramas.
- Las ramas lignificadas, también conocidas como “estacas o estaquillas”, suelen usarse como esquejes, tomándose de árboles y arbustos de hoja caduca durante el periodo de latencia, cuando la rama es leñosa.

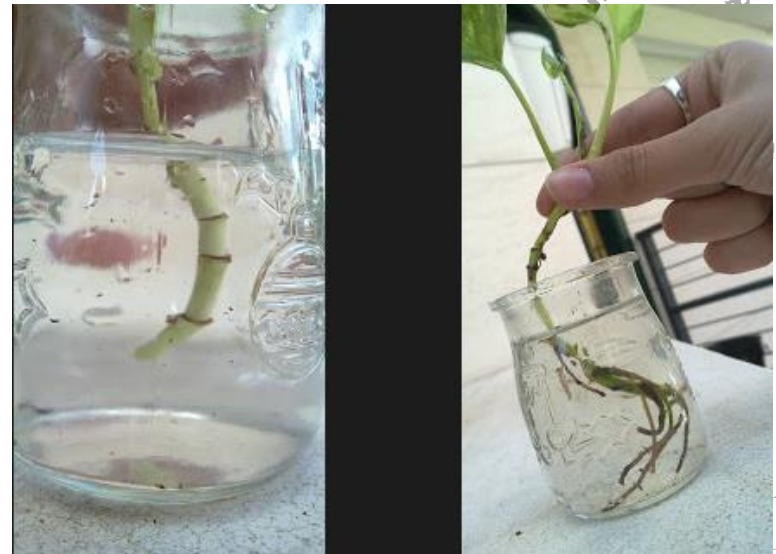




HABILIDAD: Diseño experimental para evaluar el enraizamiento de esquejes de tallo (estaquillas)^{DP}

- La reproducción por medio de esquejes conlleva los siguientes pasos:
 - Cortar un brote tierno y vivo de 7-10 cm justo por debajo de un nudo.
 - Quitar las hojas inferiores y meter en un recipiente con agua hasta que desarrolle raíces en unas 3 semanas.
- La presente habilidad consiste en el **diseño de un experimento para evaluar un factor que afecte al enraizamiento de esquejes de tallo (estaquillas)**.
- La variable dependiente será la formación de raíces, ¿pero cómo lo medirás? ¿Cuál será la variable independiente que investigarás? ¿Cómo la manipularás? ¿Qué factores deberás mantener controlados?

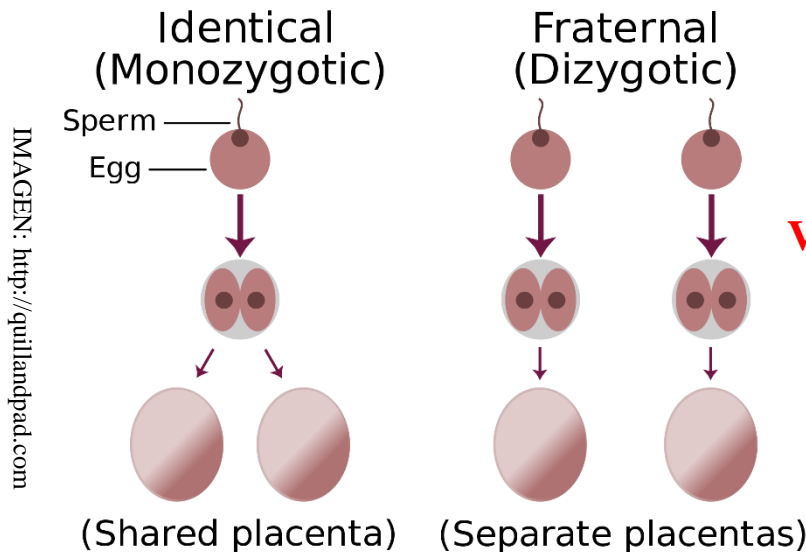
IMAGEN: <http://biologia1bch.blogspot.com.es>



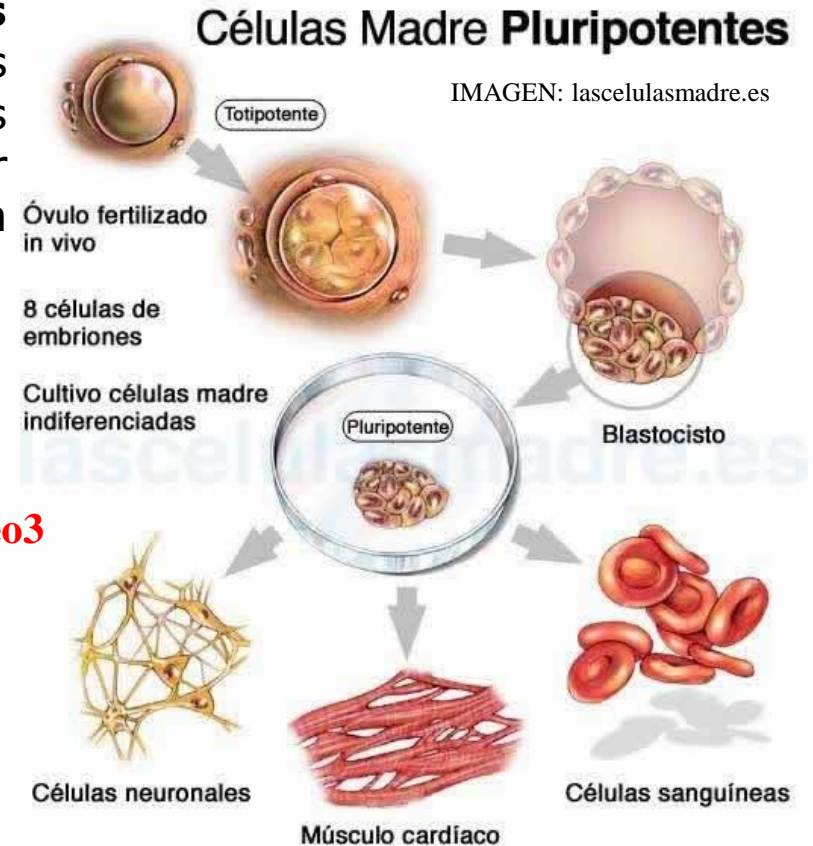


Clonación de embriones animales^{DP}

- Las **células madre pluripotenciales** se encuentran presentes en los estadios iniciales de los embriones animales, y se caracterizan por tener la capacidad de poder desarrollarse en cualquier tipo de tejido.



Video3

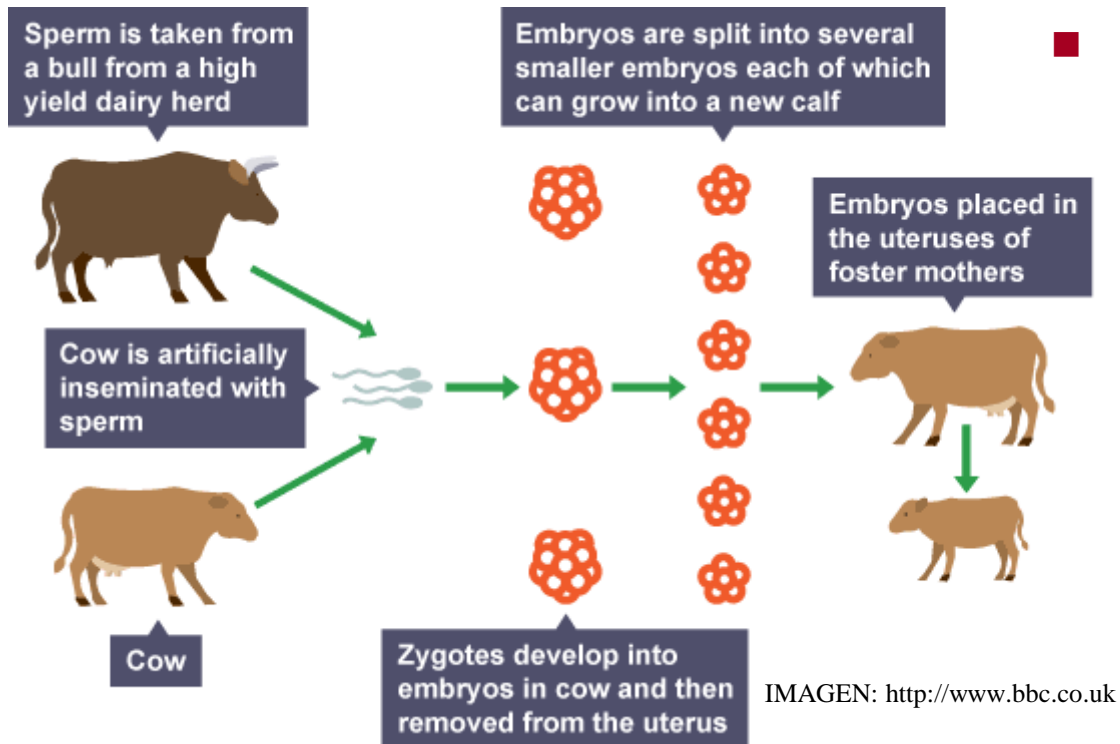


- Mediante un proceso de fragmentación, es posible que el embrión se divida en dos o más partes, desarrollándose cada una por separado y originando un individuo completo (gemelos monocigóticos).



Clonación de embriones animales^{DP}

- Este proceso por el que se generan los gemelos no es muy frecuente en la mayoría de especies animales. Sin embargo, puede conseguirse artificialmente, como se hace con el ganado.
- **Los animales se pueden clonar en la fase embrionaria mediante la división del embrión en más de un grupo de células.**



- Un óvulo fertilizado *in vitro* se deja que se desarrolle hasta formar un embrión multicelular en estado de 8 células, donde las células embrionarias son todavía pluripotenciales. En ese momento, se separan en varios grupos de células, que se implantan independientemente en madres de alquiler, consiguiéndose obtener individuos idénticos.



Clonación de animales usando células diferenciadas^{DP}

- Este método de clonación de animales en la fase embrionaria presenta una gran **limitación**. Si bien los individuos generados son idénticos entre sí, al proceder del mismo embrión original, no puede saberse si presentan las características que se deseadas de los progenitores, ya que han sido generados mediante reproducción sexual.
- Sin embargo, **se han desarrollado métodos para clonar animales adultos usando células diferenciadas**.

IMAGEN: <http://francis.naukas.com>



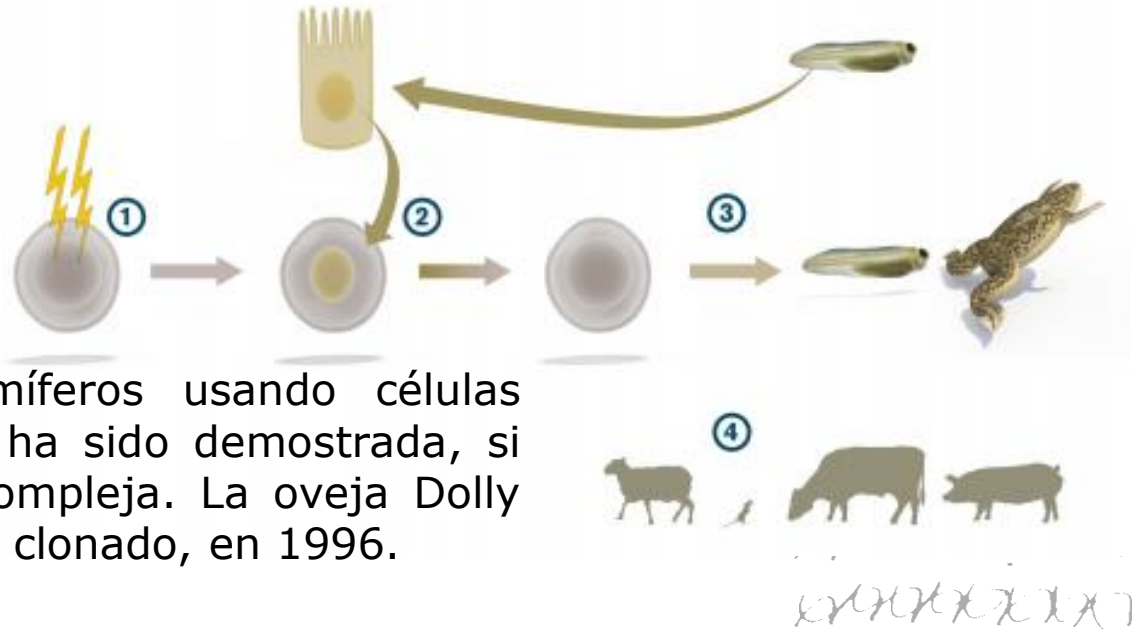


Clonación de animales usando células diferenciadas^{DP}

- Así durante la década de 1950, John Gurdon realizó experimentos de clonación con la rana *Xenopus*, experimentos por los que obtuvo el Premio Nobel en 2012.
- Gurdon extrajo el núcleo de células somáticas de renacuajos y los trasplantó a óvulos a los que se les había eliminado el núcleo mediante radiación UV. Comprobó que se desarrollaban como si fueran cigotos, dividiéndose, creciendo y desarrollándose para formar todos los tejidos normales de *Xenopus*.



IMAGEN: <http://www.bbc.co.uk>

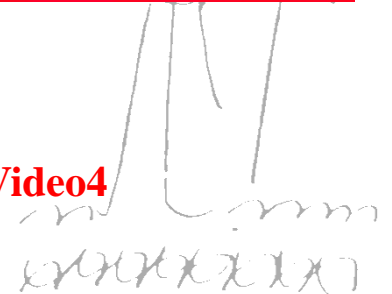


- La clonación de mamíferos usando células diferenciadas también ha sido demostrada, si bien es mucho más compleja. La oveja Dolly fue el primer mamífero clonado, en 1996.



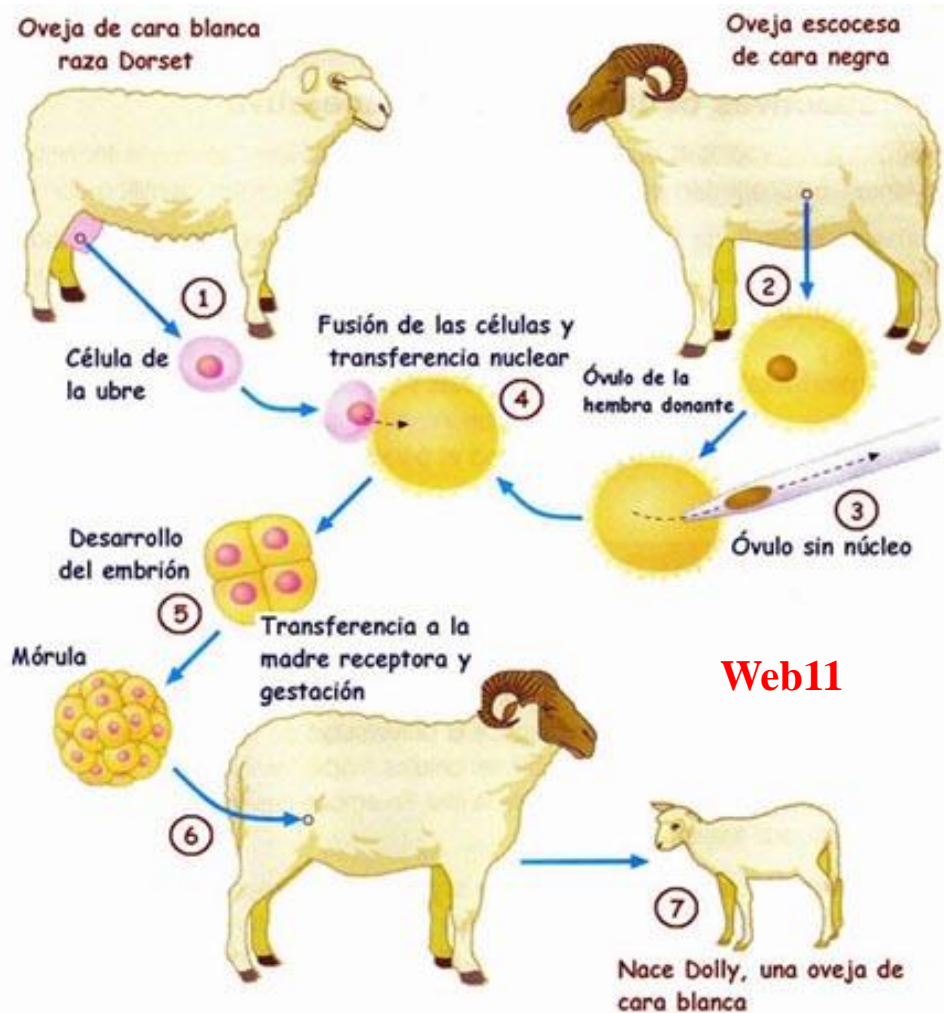
APLICACIÓN: Clonación de embriones mediante SCNT^{DP}

- En **1996** nació en el Instituto Roslin, en Escocia, una **oveja** con el nombre de **Dolly**. Era el primer clon de un mamífero cuyo material genético no procedía de un óvulo fecundado.
- La oveja Dolly fue el primer ejemplo de **producción de embriones clonados obtenidos mediante transferencia nuclear de células somáticas (SCNT)**, donde se extrae el núcleo de un óvulo donado, y se le transfiere el núcleo de una célula del organismo que se quiere clonar.
- Utilizando sustancias químicas o una descarga eléctrica suave, el óvulo se verá forzado a dividirse; creando de esta manera un nuevo embrión. Posteriormente, este embrión será transferido al útero del organismo huésped.





APLICACIÓN: Clonación de embriones mediante SCNT^{DP}

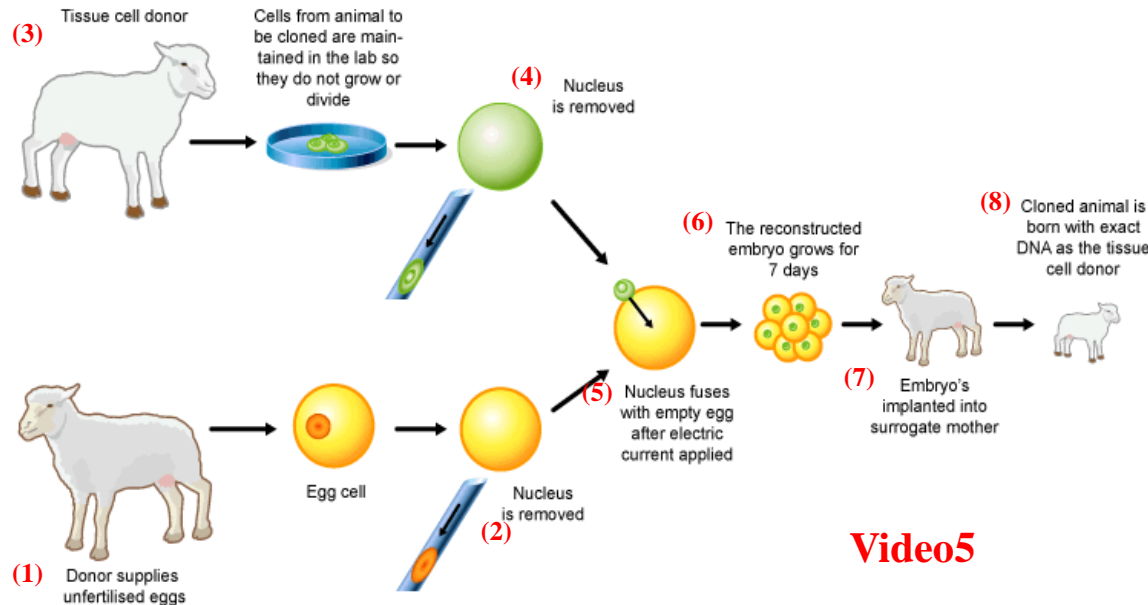


- Los pasos realizados se encuentran explicados en el esquema adjunto (1-7).
- en La fusión de los núcleos es estimulada mediante pequeñas descargas eléctricas. Un 10% de los núcleos fusionados se desarrollaban hasta cigotos.
- Los embriones de 7 días eran implantados en el útero de la madre de alquiler mediante inseminación in vitro.
- Solo 1 de cada 30 embriones pudieron implantarse satisfactoriamente llevando a cabo una gestación normal.



APLICACIÓN: Clonación de embriones mediante SCNT^{DP}

- Aunque la clonación pueda parecer un proceso relativamente sencillo y bajo control, no lo es. Hoy por hoy, la clonación de animales es un proceso muy costoso, poco eficiente y no siempre exitoso.
- Para que *Dolly* llegara a nacer fueron necesarios 400 óvulos de los cuales solo 277 se logró introducir con éxito un nuevo núcleo. Tras las primeras divisiones, tan solo 50 embriones se consideraron aptos para ser transferidos al útero de las madres "adoptivas". De todas ellas, tan solo 13 quedaron preñadas y, de las trece, tan solo una parió una oveja viva, *Dolly*.



Video5



Handwritten signature or scribble.