

## QUÈ SÓN I COM S'OBTENEN ELS ORGANISMES MODIFICATS GENÈTICAMENT (OGM)?

Document

### Què són els OGM?

Un OGM és un organisme al qual se li ha afegit un o més gens o bé se li ha suprimit un o més gens, per tal de conferir-los una o més característiques diferents, d'utilitat per als humans. La major part de les vegades es tracta d'organismes als quals se'ls ha incorporat un o més gens procedents d'altres espècies.

Poden obtenir-se i de fet s'han obtingut ja animals, vegetals, protists, fongs, bacteris i virus transgènics. Alguns per a ser produïts i utilitzats a gran escala, d'altres només a nivell experimental; amb diferència, els més utilitzats a nivell productiu són vegetals i bacteris.

Tot i que l'enginyeria genètica és una tecnologia puntera, el ventall actual d' OGM és ja molt ampli i complex. Per tal de situar-se en aquest món, és important d'aclarir algunes qüestions que solen portar confusió: En primer lloc, cal dir que només un petit nombre d' OGM són destinats a l'alimentació humana, tot i que aquests són els que han aixecat més polèmica. En segon lloc és important aclarir que, sovint, les noves característiques que s'atribueixen als OGM no van orientades a beneficiar els consumidors, sinó a aquells qui els produeixen. Per exemple, un tipus de Blat de Moro transgènic anomenat "BT", extensament cultivat a l'estat espanyol, és portador d'un gen bacterià que el converteix en productor d'una toxina mortal per als insectes que ataquen la planta; fet que beneficia als agricultors, però no als consumidors. Finalment convé remarcar que un percentatge molt alt de transgènics són bacteris, i que una bona part d'aquests (junt amb virus transgènics) són destinats a ser vectors intermediaris per a l'obtenció d'altres OGM, com es veurà més endavant.

### Com s'obtenen?

Tot i que, com veurem, no es procedeix de la mateixa manera per a obtenir un animal transgènic que per a obtenir un vegetal o un bacteri o un virus transgènic; Tanmateix, en tots els casos hi ha una sèrie de fases que són comunes.

En el següent enllaç podeu trobar una animació sobre el conjunt de processos que habitualment es porten a terme per a obtenir una planta transgènica. Pot ser un bon punt de partida, a partir del qual anirem introduint matisacions i detalls:



[Descripción de la ingeniería genética](#)  
Universidad de Nebraska

## 1. Identificació del gen i de la seqüència reguladora

- Determinació de la nova característica que es vol conferir; *per exemple, es vol conferir a una varietat de Blat de moro la característica de produir una substància insecticida, de manera que esdevingui invulnerable davant les plagues de barrenador (una larva de papallona que s'alimenta dels seus teixits).*
- Determinació de l'espècie/es en la qual es presenta la característica desitjada (espècie "donant" del gen principal); *per exemple, un bacteri anomenat Bacillus thuringensis (BT), que produeix una toxina que destrueix els intestins dels insectes barrenadors.*
- Identificació de la proteïna responsable d'aquesta característica (ja sigui una proteïna estructural o bé enzimàtica); *en aquest cas, la toxina BT*
- Identificació del gen que codifica la proteïna d'interès i de les seqüències reguladores de DNA de l'espècie "donant"
- Determinació, si s'escau, del tipus d'expressió que es desitja per a aquell gen (permanent, només davant certes condicions físiques o químiques, en totes les cèl·lules d'un organisme pluricel·lular o només en certs teixits,...) i determinació del tipus de gen promotor o regulador que convé, així com l'espècie de procedència del mateix. Aïllament i multiplicació del gen regulador; *per exemple, el gen promotor del gen de la citocrom-oxidasa, que s'expressa en tots els teixits de la planta de Blat de moro, en tots els moments del seu cicle vital*
- Elecció d'un tercer gen determinant d'una característica fàcilment observable (marcador) que s'introduirà a l'OMG juntament amb el gen principal i el gen regulador, per tal de distingir aquelles cèl·lules en les que s'han integrat els nous gens d'aquelles en les que no s'han integrat; *per exemple un gen que confereix resistència a certa substància tòxica.*

Podeu visualitzar aquests processos en les següents animacions:

- Referent al DNA i la seva extracció:



[DNA and DNA extraction](#)  
University of Nebraska

- Descripció de les parts d'un transgen o conjunt de gens a transferir:



[Gene Regions](#)  
University of Nebraska

- Una activitat interactiva per a dissenyar un transgen o nova seqüència gènica:



[Gene Modification](#)  
University of Nebraska

## 2. Construcció del DNA recombinant

- Separació dels gens i de les seqüències reguladores de DNA de l'espècie "donant" a través dels enzims de restricció (reconeixen, tallen de forma esbiaixada i generen extrems adherents en cadascuna de les cadenes de DNA)
- Unió del gen i la seqüència reguladora amb un sol fragment a través del mateix tipus d'enzims. Aquestes unions són temporals però perquè siguin permanents cal afegir un enzim DNA ligasa.

Podeu visualitzar aquests processos en les següents animacions:



Vídeo. [Recombinant DNA ©2004 Demonstratives, Inc.](#)



[Making a Recombinant Plasmid](#)  
University of Nebraska

## 3. Clonació del DNA recombinant

- Obtenció d'un número suficient de còpies de DNA recombinat a través de la inserció en un plasmidi, en un bacteri o bé directament per PCR amb primers específics)

Podeu visualitzar aquests processos en les següents animacions:

- Clonació o multiplicació de gens en un bacteri; aquest procediment pot emprar-se simplement per a multiplicar el transgen, de forma que posteriorment pot ser extret dels bacteris i insertat en bales d'una pistola de gens o en un altre suport, o bé pot emprar-se per obtenir, en el mateix fet, els bacteris que s'empraran per a introduir el transgen en cèl·lules vegetals (de l'espècie *Agrobacterium*. Es recomana obviar la darrera diapositiva que fa esment a les biblioteques de gens, que aquí no ve al cas).



[Clonación de Genes](#)  
Universidad de Nebraska

- Descripció detallada de l' introducció de plàsmids recombinants en bacteris per a la seva posterior clonació.



[Bacteria Transformation](#)

University of Nebraska

- Multiplicació del transgen per PCR:



[Polymerase Chain Reaction](#)

University of Nebraska

#### 4. Introducció del DNA recombinant a la cèl·lula hoste (Transformació)

- Introducció d'aquesta seqüència de nous gens en les cèl·lules de l'organisme receptor (donat que l'èxit d'aquesta operació és reduït, només s'aconsegueix en una petita proporció de cèl·lules, que poden identificar-se i aïllar-se gràcies a que expressen el marcador; *per exemple, posant en el medi de cultiu cel·lular aquella substància tòxica, totes les cèl·lules moriran, excepte aquelles en les quals s'ha introduït amb èxit el gen marcador que els confereix resistència, junt amb el gen regulador i el gen principal*).

Aquesta darrera fase d'introducció dels nous gens es porta a terme de maneres diferents segons quin sigui el tipus d'organisme receptor:

##### 4.1. Introducció de gens en bacteris:

- Els gens normalment s'introdueixen en forma de plasmidis en cultius de bacteris, modificant la permeabilitat de les cobertes bacterianes mitjançant electroporació.
- Ocasionalment s'introdueixen mitjançant infeccions amb virus bacteriòfags, modificats genèticament mitjançant la introducció del gen en el seu genoma.

##### 4.2. Introducció de gens en animals:

- Els gens s'introdueixen en un òvul que posteriorment serà fecundat per FIV i transferit a una femella si es tracta d'un mamífer, o bé en un embrió primerenc obtingut per FIV, o bé en una cèl·lula mare embrionària totipotent que posteriorment

també serà fecundat per FIV i transferit a una femella si es tracta d'un mamífer.

- Els mètodes més emprats per a la introducció dels gens en els protoplasts són:
  - Microinjecció del gen en el nucli de l'òvul o de la cèl·lula mare totipotent.
  - Preparació de liposomes que contenen el gen.
  - Preparació de microesferes de fosfat de calci, que contenen el gen i que són internalitzades per les cèl·lules.
  - Electroporació.

#### 4.3. Introducció de gens en vegetals:

- Els gens s'introdueixen en cultius de protoplasts (cultius de cèl·lules vegetals a les quals se'ls ha eliminat la paret cel·lular). Posteriorment les cèl·lules que han integrat el nou gen es cultiven en medis hormonats que indueixen la transformació de cada cèl·lula en una plàntula transgènica. Finalment cada plàntula transgènica és transfereix al terreny on ha de créixer i desenvolupar-se. Quan arriba el moment, cada plàntula transgènica podrà produir llavors transgèniques que donaran plantes transgèniques.
- Els mètodes més emprats per a la introducció dels gens en els protoplasts són:
  - Infecció amb el bacteri *Agrobacterium tumefaciens*, modificat genèticament amb un plasmidi portador del gen.
  - Infecció amb virus vegetals , modificats genèticament mitjançant la integració del gen en el seu genoma.
  - Bombardeig de microprojectils de tungstè recoberts del gen ("pistola de gens").
  - Electroporació

Podeu visualitzar alguns d'aquests processos en les següents animacions:

- Introducció del transgen en cèl·lules vegetals, mitjançant una pistola de gens:



[La pistola de genes](#)  
Universidad de Nebraska

- Youtube “*Agrobacterium mechanisms*”, sobre la tècnica d’introducció de transgens en cèl·lules vegetals, mitjançant aquest bacteri.



Vídeo. [Agrobacterium Mechanisms](#)

- Aquesta animació mostra el cicle de vida natural del bacteri *Agrobacterium tumefaciens*, informació que permet comprendre millor com s'utilitza aquest bacteri com a vector per a l'obtenció de plantes transgèniques.



Vídeo. [Ciclo de vida de Agrobacterium tumefaciens](#)

- Vols ser enginyer genètic?



[Who wants to be a Genetic Engineer?](#)  
University of Nebraska

- Hibridació versus enginyeria genètica:



[Traditional Breeding vs. Biotechnology](#)  
University of Nebraska

- Tecnologia “Terminator”:



[Terminator technology in Cotton Plants](#)  
University of Nebraska

- Podeu veure el conjunt del procés d’obtenció d’una planta transgènica:

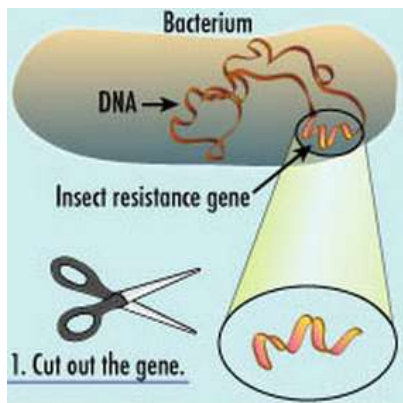


[Agrobacterium Mediated Transformation](#)  
ArgenBio

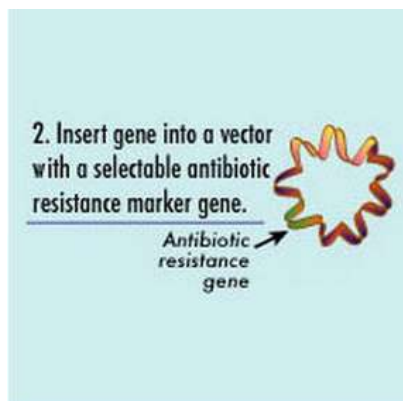
Les següents il·lustracions mostren el conjunt de processos mitjançant els quals pot obtenir-se una varietat de soja transgènica:



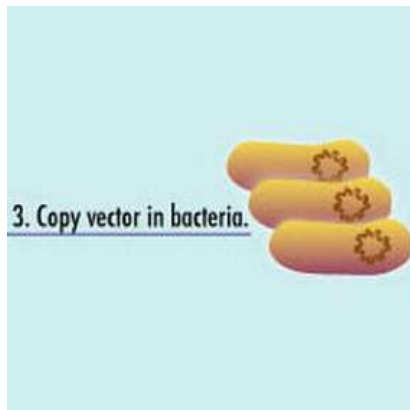
Com obtenir una tomaquera transgènica resistent al fred?



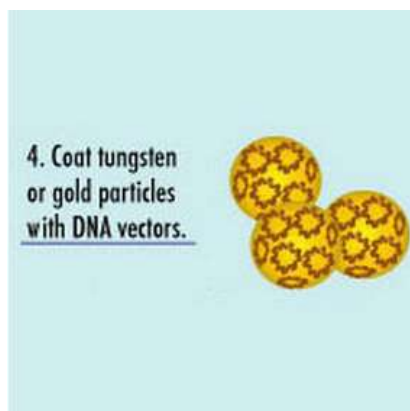
1. Seleccionar el gen desitjat en l'espècie portadora (una molsa d'alta muntanya) i tallar-lo amb enzims de restricció.



2. Inserir el gen en el DNA d'un vector (en aquest cas d'una bacteri), junt amb el gen regulador i el gen marcador (en aquest cas, gen de resistència a una substància tòxica).

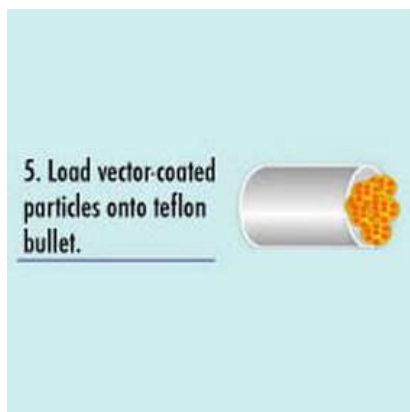


**3.** Multiplicació dels gens (en aquest cas mitjançant la reproducció de la bacteri).

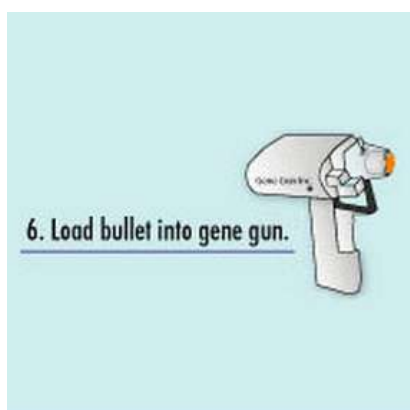


**4.** Inserció dels gens en un cultiu de cèl·lules protoplàstiques de tomaquera (En aquest cas mitjançant pistola de gens):

**4.a.** Recobriment de partícules d'or o tungstè amb els gens.



**4.b.** Empaquetament de les boles amb una pel·lícula de tefló.



**4.c.** Introducció del paquet de boles en la pistola de gens.