



GCM
CITRUS

Dra. Magda Cervera Ocaña
Responsable I+D Biotec
30 septiembre 2026



EL COMPLEJO MUNDO DE LOS CÍTRICOS

Tamaño del árbol

Casos de esterilidad (polen y/u óvulos)

Largos periodos juveniles (5-8 años)

Casos de auto e interincompatibilidad

Elevada heterozigosidad

Apomixis parcial

Variabilidad genética, desconocimiento genético básico

- ❖ **GCM Citrus** se funda en el año **2006** en Almassora (Castellón) y tiene como socios a varias de las principales empresas del sector citrícola
- ❖ GCM Citrus abarca **dos ámbitos de actividad**:

Actividad comercial

Búsqueda y gestión de nuevas variedades de cítricos a nivel mundial

Actividad I+D

Investigación en el desarrollo y obtención de nuevas variedades de cítricos

- ❖ GCM aborda 2 programas de mejora:

- 1) **Mejora clásica** (mediante hibridaciones, mutagénesis y marcadores moleculares). Responsable: Charo Marín. Iniciado en 2008. Huelva.
- 2) **Mejora biotecnológica** (mediante transgenia, cisgenia y edición genómica). Responsable: Magda Cervera. Iniciado en 2021. Valencia.



Propuesta legislativa europea: Primera propuesta (julio 2023) / Versión aprobada (junio 2026)

- ❖ Las técnicas aceptadas como NTGs que darían lugar a **NTG cat. 1** son la cisgénesis y la mutagénesis dirigida; se elimina la intragénesis, que pasa a NTG cat. 2.
- ❖ Definición de las técnicas aceptadas:
 - 1) **Cisgénesis** (inserción en el genoma de la planta de material genético ya presente en el acervo genético para propósitos de mejora genética tradicional –especies sexualmente compatibles)
 - 2) **Mutagénesis dirigida - Edición genómica** (modificación de la secuencia de ADN en regiones diana del genoma de la planta, mediante la tecnología CRISPR-Cas o similares, sin que exista ninguna alteración adicional no dirigida en el mismo)

❖ Laboratorio GCM - avances:

- 2021 – experiencia sobrada en técnicas de manejo y transformación genética de cítricos – ¿aplicación a edición?
- 2023 – la **edición del genoma de los cítricos es posible** (varios genes diana) aplicada a variedades de interés – NTG-2
- 2024 – establecemos las mejores condiciones para editar dichas variedades de cítricos – NTG-2
- 2025 – la edición genómica en cítricos da lugar al fenotipo esperado (resultados preliminares) – NTG-2
- 2026 – tenemos que ajustar las condiciones para **asegurar el cumplimiento de la legislación** aprobada en UE – NTG-1?

Propuesta legislativa europea, ¿es posible aplicarla en cítricos a nivel varietal?

❖ Otros criterios de importancia en la aplicación de las técnicas (**anexo 1 – equivalencia plantas NTG/convencional**):

1) Plantas obtenidas por **mutagénesis dirigida** / Modificaciones permitidas:

- sustitución o inserción de no más de 20 nucleótidos
- delección de cualquier número de nucleótidos

El número de estas modificaciones genéticas no excederá de 3 por secuencia codificante (se excluyen intrones y regiones reguladoras).

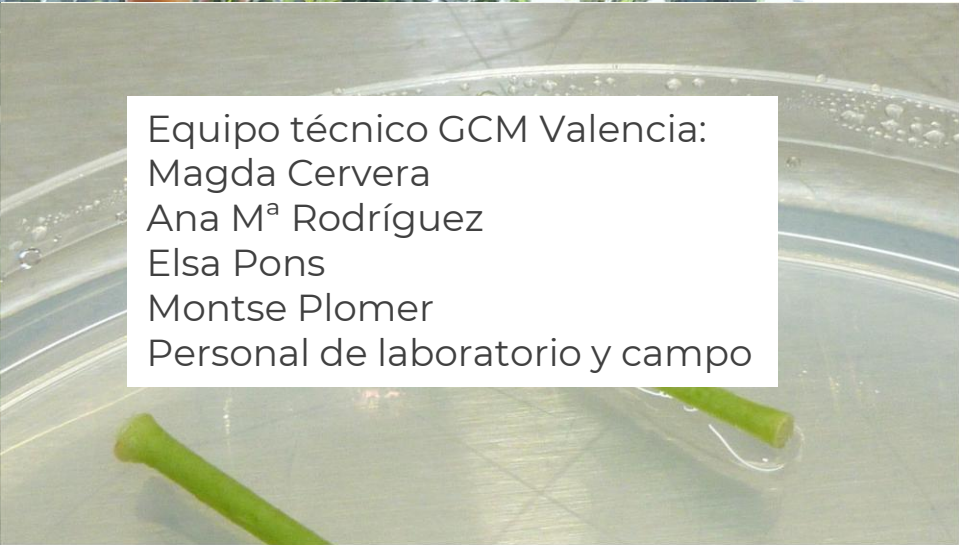
2) Plantas obtenidas por **cisgénesis** / Modificaciones permitidas:

- incluyen uno o más cambios de estos tipos (inserción / sustitución de secuencias endógenas / inversión o traslocación, de (por) secuencias continuas de ADN ya existentes en el pool genético)
- cumplen una o ambas condiciones (1. resultan en una combinación de ADN ya existente en el pool genético, 2. no conducen a interrupciones de genes endógenos, incluso que puedan generar proteínas quiméricas) (queda excluida la intragénesis)

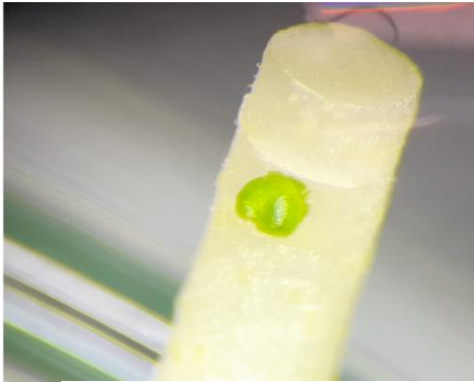
3) El número de modificaciones genéticas de los puntos 1 y 2 en cualquier combinación no excederán de 20 por **genoma monoploide**

Técnicas NTC aplicadas a cítricos:

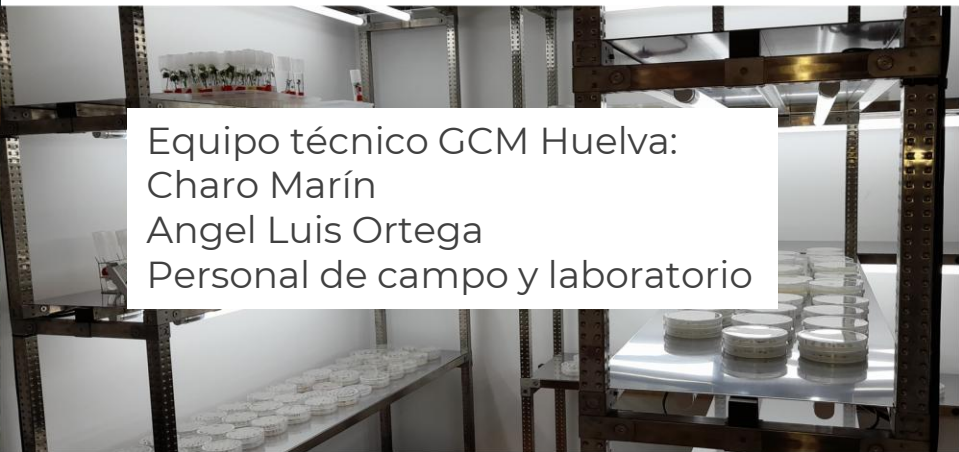
- ❖ Se plantean **dudas/necesidades** en la puesta en práctica de la normativa:
 - **Cisgénesis:**
 - Presencia de LB y RB tras una modificación mediada por *Agrobacterium*
 - Comprobación de que no se interrumpen genes endógenos
 - La inserción es limpia y no han ocurrido reorganizaciones durante la integración
 - **Edición genómica:**
 - Se edita el gen diana de forma limpia
 - No hay off-targets que puedan afectar a otros genes
 - No quedan restos de la maquinaria de edición
- ❖ La mayor **dificultad en cítricos** reside en aplicar las técnicas de edición genómica para obtener una variedad de interés sin dejar residuos “transgénicos” indeseables:
 - Transformación protoplastos (se obtiene material juvenil / no se puede utilizar con cualquier variedad)
 - Transformación transitoria (baja eficiencia / bajo nivel edición)
 - Transformación estable (eliminación posterior de transgenes por segregación / pérdida de variedad)
 - Otros...
- ❖ Quedan confusos algunos términos respecto a la protección de los derechos del obtentor (PBR, EDV), etiquetado...
- ❖ No debemos olvidar el contexto actual de patentes CRISPR y la necesidad de contar con los permisos correctos



Equipo técnico GCM Valencia:
Magda Cervera
Ana M^a Rodríguez
Elsa Pons
Montse Plomer
Personal de laboratorio y campo



¡MUCHAS GRACIAS!



Equipo técnico GCM Huelva:
Charo Marín
Angel Luis Ortega
Personal de campo y laboratorio



Magda Cervera Ocaña
magda.cervera@gcmcitrus.com
Ronda Guglielmo Marconi, 11, L9
Parque Tecnológico (Paterna)
Valencia, España

