

# Materia Inmunología

## Seminario 13

### Trasplantes

- Trasplante de órganos sólidos
- Trasplante de precursores hematopoyéticos

**Año: 2026**

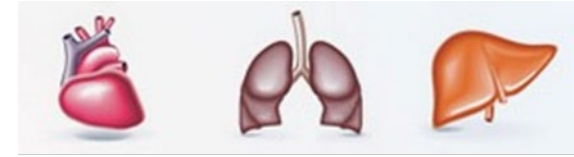


*Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Medicina*

# ¿Qué se puede trasplantar?

## 1. ÓRGANOS SÓLIDOS VASCULARIZADOS

(Corazón, Hígado, Intestino, Páncreas, Pulmón, Riñón)



## 2. CÉLULAS

(Células madres hematopoyéticas-médula ósea-células de los islotes de Langerhans)



## 3. TEJIDOS

(Córnea, Hueso, Pelo, Piel, Sangre-transfusión-, Válvulas cardíacas)

## 4. MATERIALES INERTES:

(Reemplazo valvular con materiales artificiales-titanio o carbón)

## 5. TEJIDO COMPUESTO

(Mano, cara, laringe, tráquea, cuero cabelludo, fémur, pene.)



## 6. MATERIA FECAL

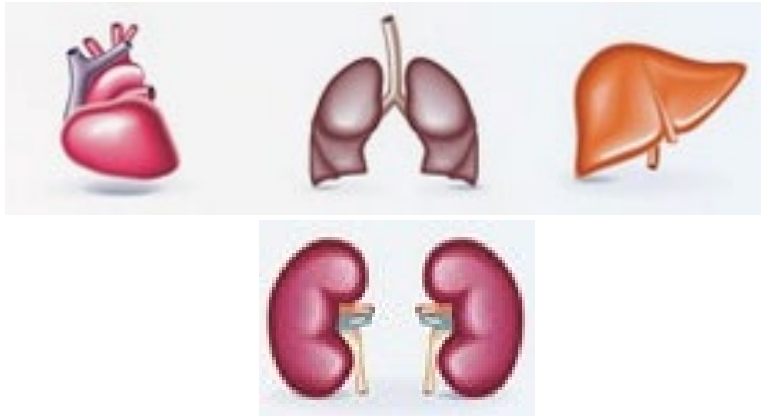


# Clasificación de trasplantes desde el punto de vista inmunológico

## Tipos de trasplantes

## Problema inmunológico

### •Órganos Sólidos Vascularizados



TX de endotelio, CPAs

Profesionales

NO  
Profesionales

### •Médula Osea



TX de un sistema inmune completo

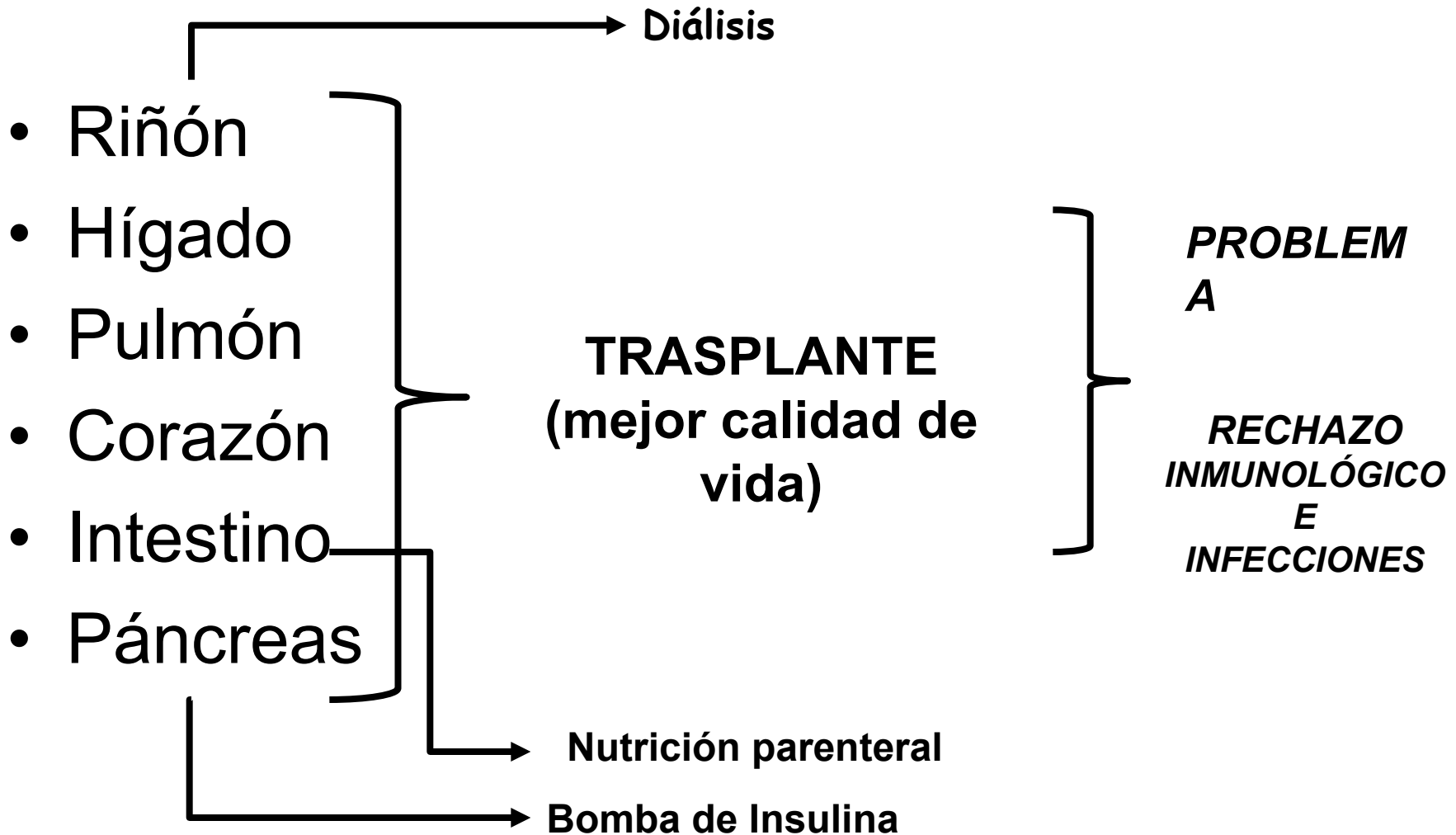
**¿Cuándo se necesita trasplantar órganos sólidos vascularizados?**

***Daño irreversible de órganos***

***Desafío de la Salud Pública***

**TRASPLANTE**

# ¿Única solución posible frente a la disfunción terminal de un órgano?



# Clasificación de trasplantes según la compatibilidad genética entre donante y receptor

**Autoinjerto  
o autotrasplante  
o autólogo**

(piel, hueso, vasos,  
médula ósea, entre otros)

**Singeneico  
o Isotrasplante**



**aloinjerto  
o Alotrasplante**

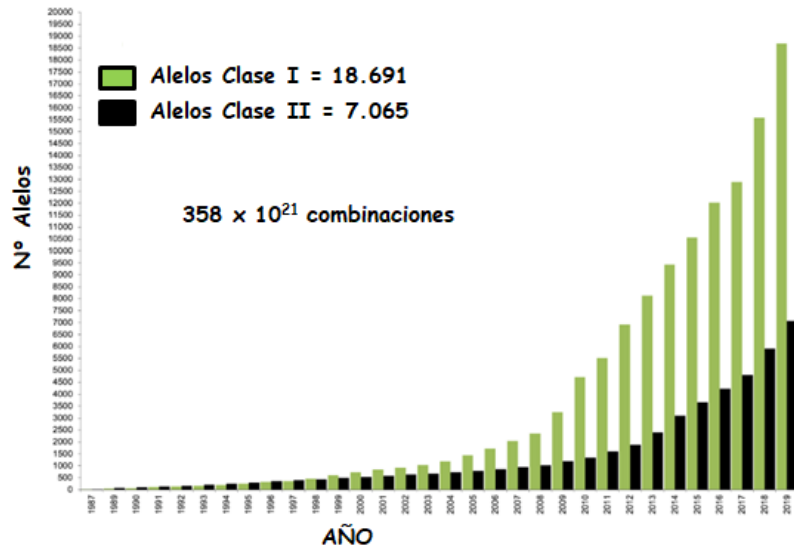


**XENOINJERTO  
o Xenotrasplante o  
heterotrasplante**

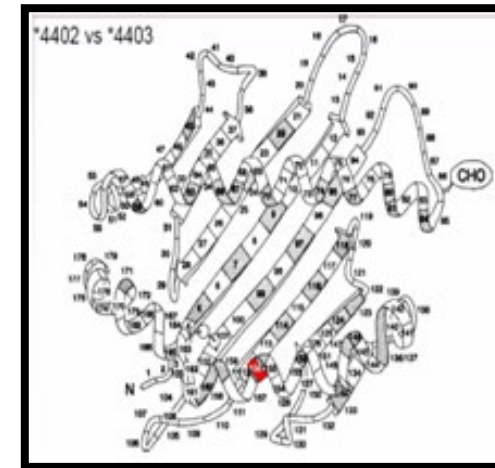
# ¿Por qué se rechaza?

- Paradigma de la inmunología: el sistema inmune distingue lo propio de lo no propio.
- Concepto de polimorfismo en el CMH y trasplante alogeneico.

# Numero de alelos Del CMH (HLA)



El gran polimorfismo que existe en moléculas del CMH hace que las moléculas alogénicas, en general, difieran de las del receptor en múltiples residuos de aminoácidos



- Cada residuo diferente entre alelos del donante y del receptor puede ser reconocido por diferentes clones de células T.
- TODOS los complejos formados en las CPA alogénicas serán extraños para el huésped.

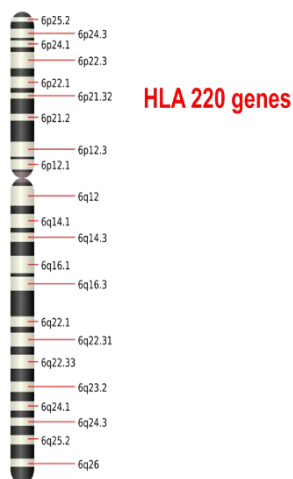
Sin embargo, aún el cambio de un simple nucleótido/aminoácido puede resultar en una molécula inmunogénica

# ALOANTÍGENOS y ALORREACTIVIDAD

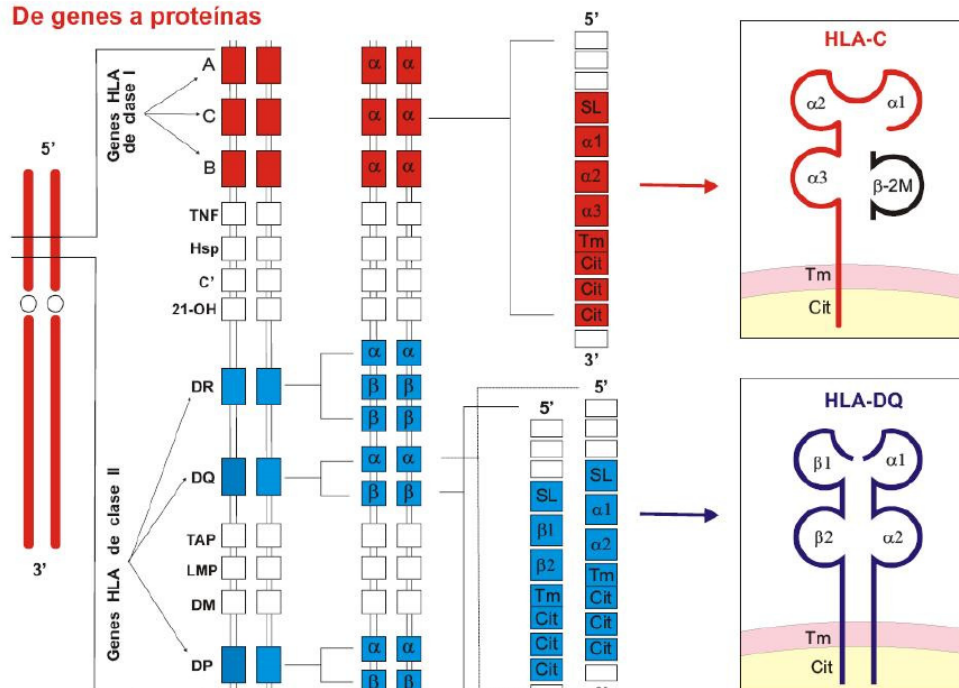
**ALOANTÍGENOS** son proteínas que muestran **polimorfismo** (variabilidad en diferentes individuos de una misma especie) de manera que el receptor del trasplante reconoce a las moléculas del donante como extrañas y monta una respuesta inmune. **Las moléculas del CMH de clase I (HLA-A, B y C) y clase II (DP, DQ y DR)** representan los aloantígenos de mayor relevancia. Los antígenos menores de histocompatibilidad representan un segundo tipo de aloantígenos. Por **alorreactividad** entendemos la respuesta inmune dirigida contra aloantígenos

## Chromosome 6

- Alrededor de 1900 genes
- 170 millones de pares de base
- El complejo HLA = 4 Mbp



## De genes a proteínas



# ANTÍGENOS MENORES DE HISTOCOMPATIBILIDAD

Proteínas, diferentes a las moléculas del CMH de clases I y II, que se expresan en forma diferencial en distintos individuos o que muestran variabilidad en distintos individuos. Ejemplos: a) proteínas codificadas en el cromosoma Y del hombre pueden ser reconocidas como antígenos menores de histocompatibilidad por la mujer receptora, b) proteínas polimórficas, diferentes a aquellas codificadas por el CMH.

Cromosoma Y



**La respuesta inmune del receptor contra el órgano trasplantado estará dirigida mayoritariamente contra las moléculas del CMH de clases I y II y, en segundo lugar, contra los antígenos menores de histocompatibilidad.**

# ¿Cómo se rechaza?

Se desarrolla una respuesta inmune llamada alogénica (o alorreactiva) por estar dirigida contra los aloantígenos expresados por el órgano trasplantado, los cuales son reconocidos como extraños por el receptor

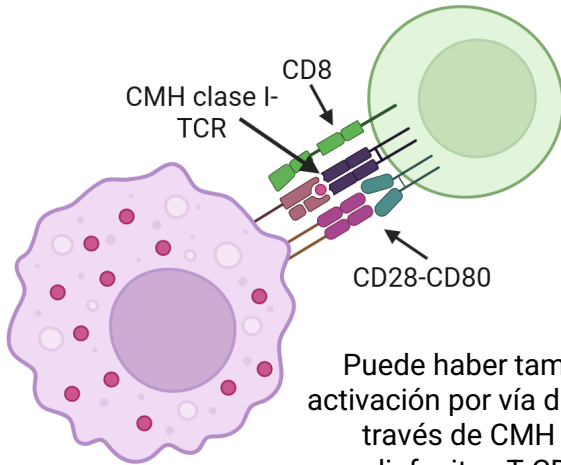
# ¿Por qué es tan fuerte la respuesta inmune aloreactiva que monta el receptor del trasplante?

- Frecuencia de LT capaces de reconocer un antígeno convencional:  $1/10^5$
- Frecuencia de LT capaces de reconocer un aloantígeno:  $1/10^2$ - $1/10^3$ . Involucra tanto LT naive como LT de memoria

# Vías de alorreconocimiento

## Vía directa

Célula T CD8  
Receptor



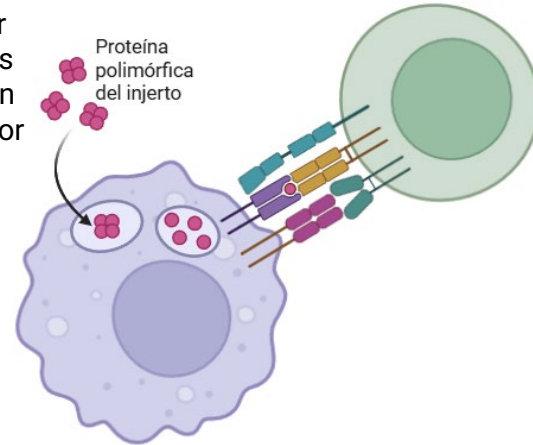
Puede haber también activación por vía directa a través de CMH II a linfocitos T CD4

CPA Donante

## Vía indirecta

Célula T CD4  
Receptor

Se procesa cualquier proteína, pero sólo las polimórficas activarán linfocitos T del receptor

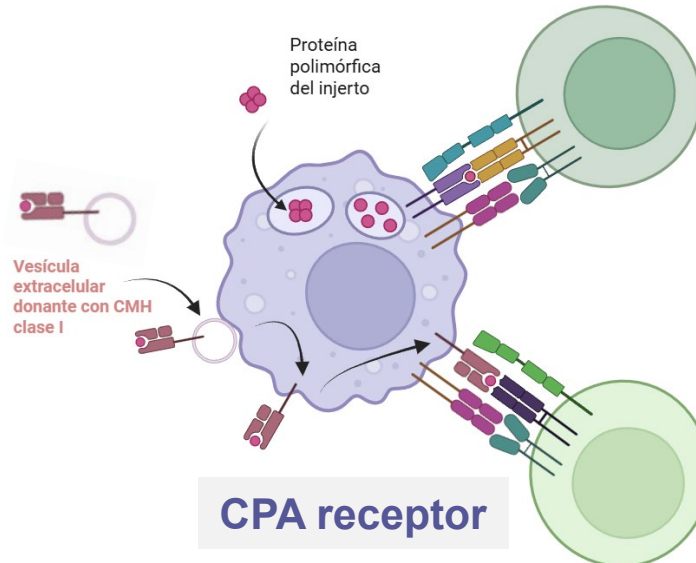


CPA receptor

## Vía semidirecta

Célula T CD4  
Receptor

Las VE con CMH clase I o II fusionan su membrana a la membrana de la CPA, de modo que sus CMH pasan a formar parte de la membrana de la misma

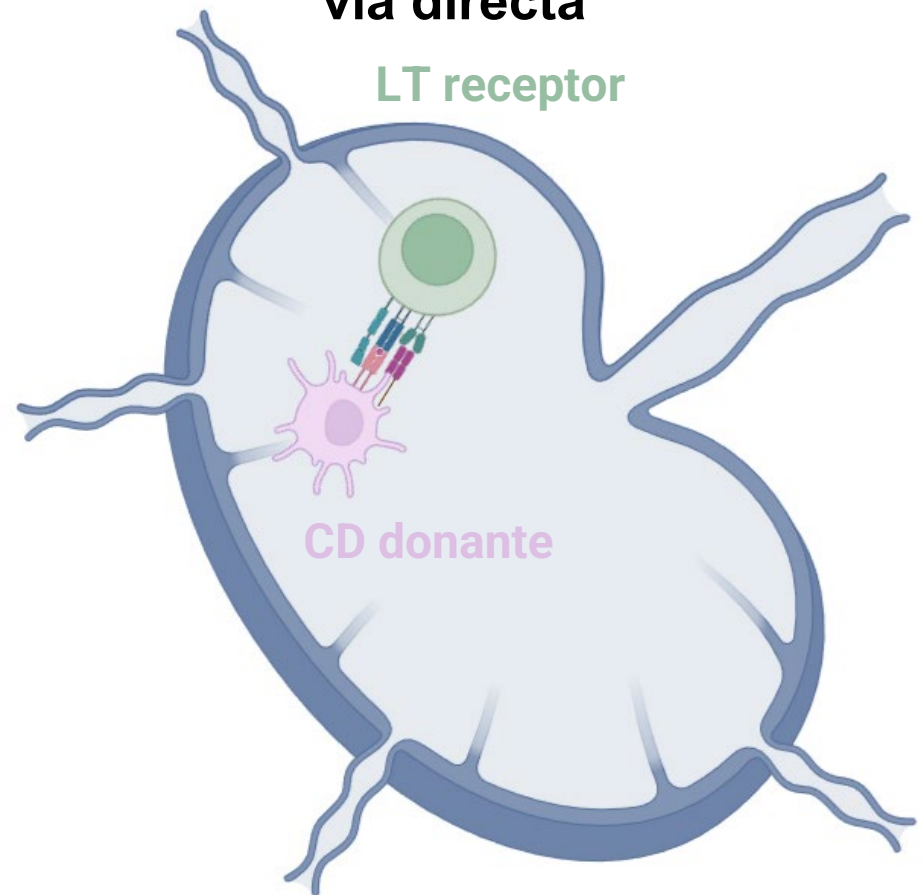
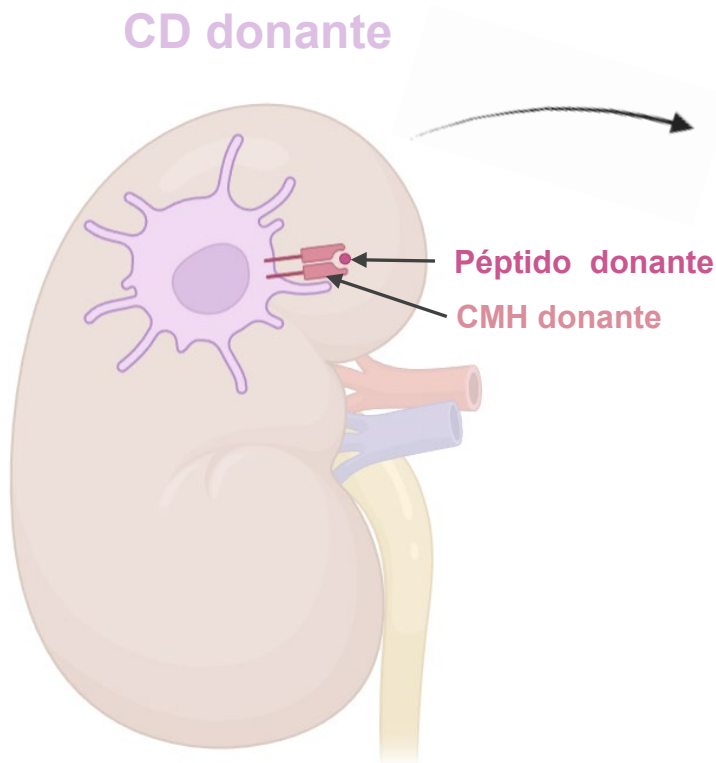


## Características de la respuesta mediada por linfocitos T a los aloantígenos

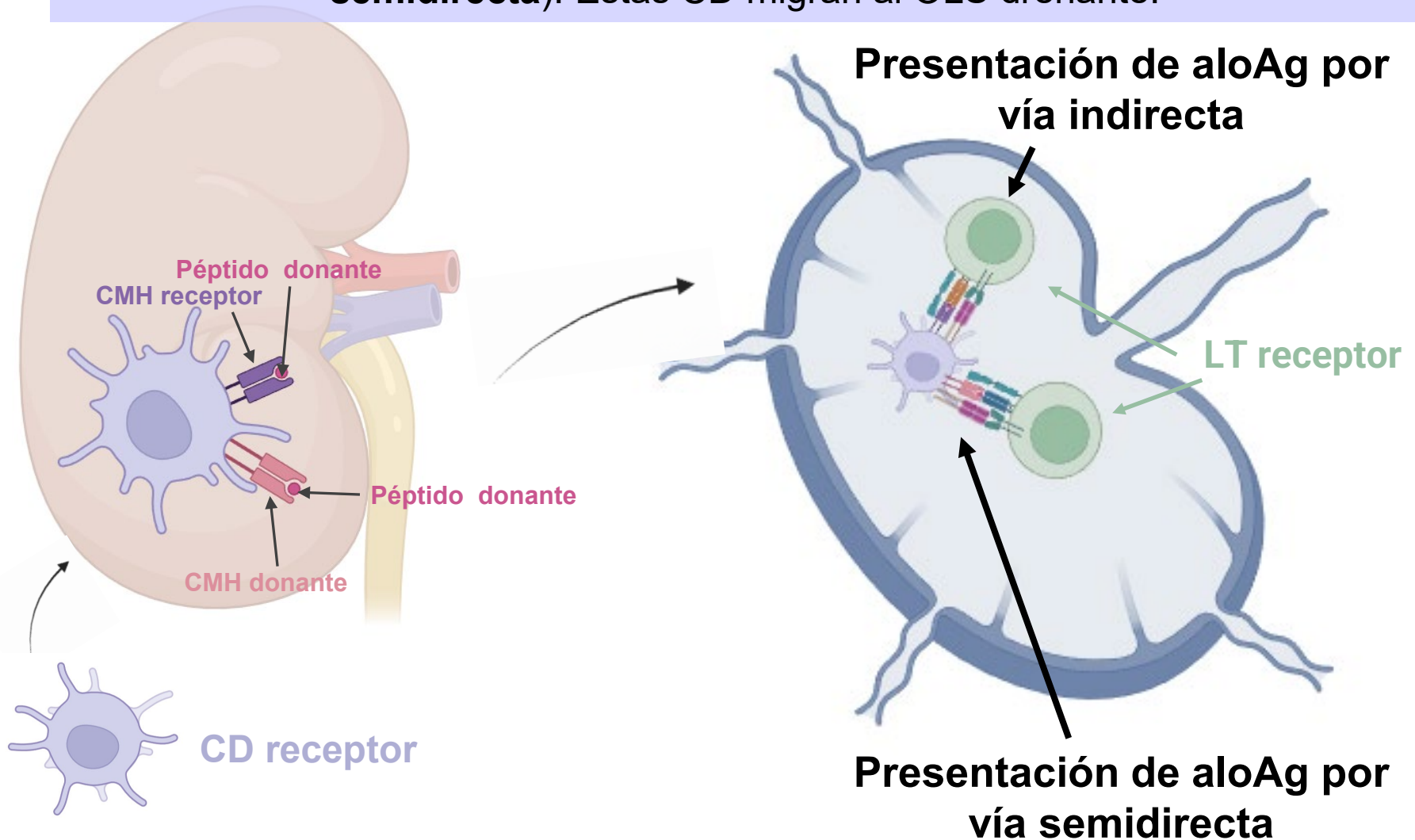
Vía	Directa	Indirecta	Semidirecta
Señal 1	Alo-CMH + Alopéptido	Proteína polimórfica del injerto (por ej. CMH)	Alo-CMH + Alopéptido
Señal 2	Alta	Alta	Alta
Frecuencia LT respondedores	Alta	Baja (igual a péptido de Ag convencional)	Alta
Proliferación T	Alta	Alta	Alta

Al momento del trasplante, las células dendríticas del donante expresando sus CMH y péptidos provenientes del tejido trasplantado, migran al OLS drenante

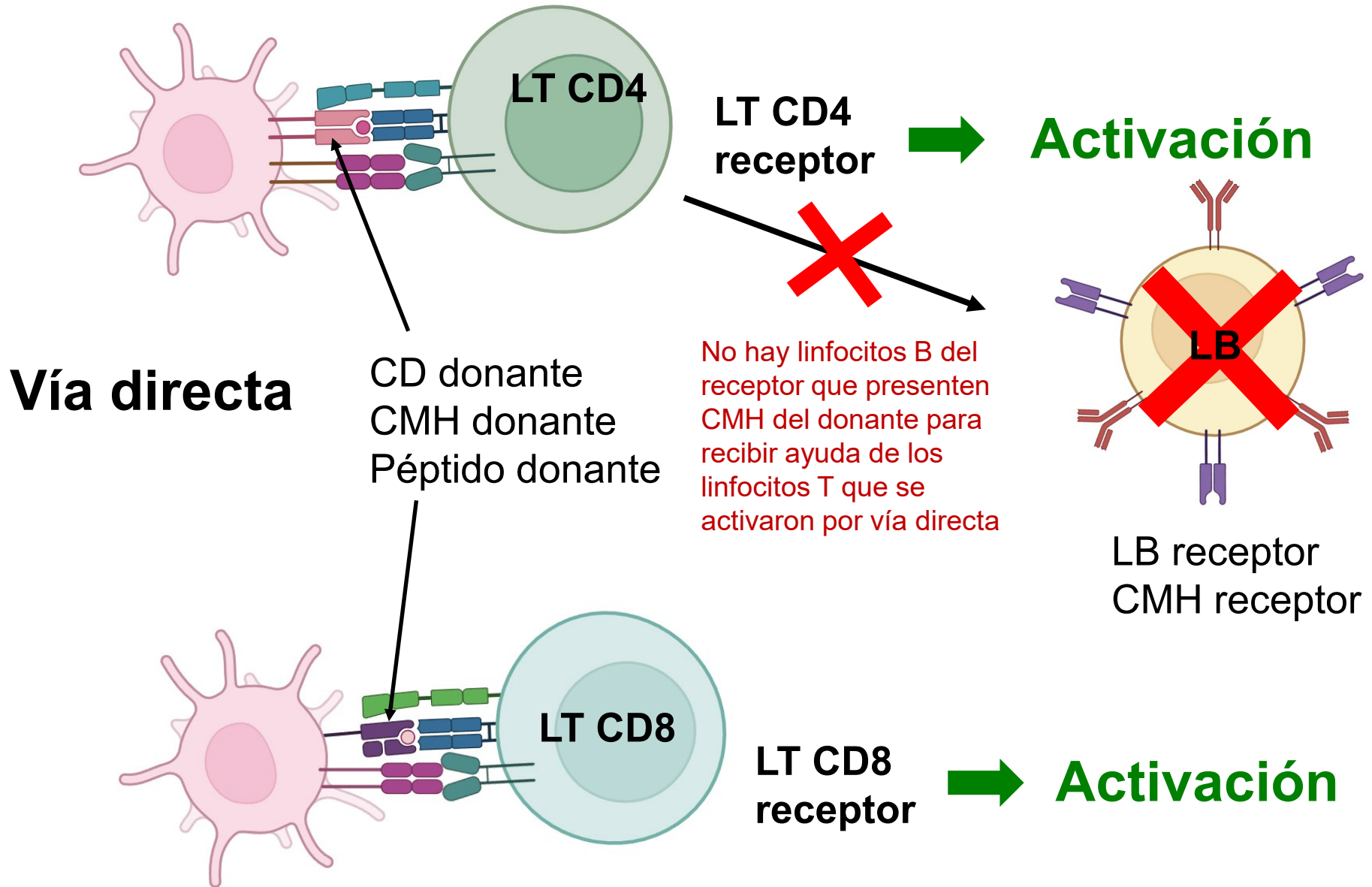
## Presentación de aloAg por vía directa



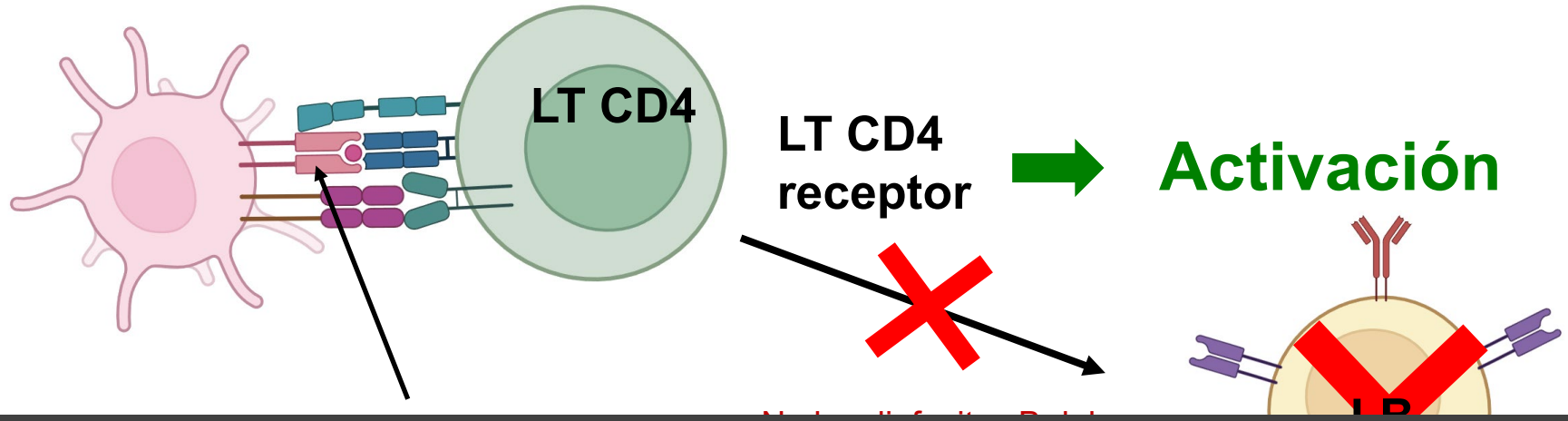
Paulatinamente, el tejido trasplantado comienza poblarse de células dendríticas del receptor. Éstas expresan CMH del receptor y péptidos (proteínas procesadas del donante) que pueden provenir del tejido trasplantado (**vía indirecta**) o CMH del donante si se les fusionaron vesículas extracelulares liberadas por el tejido trasplantados portando sus moléculas del CMH (**vía semidirecta**). Estas CD migran al OLS drenante.



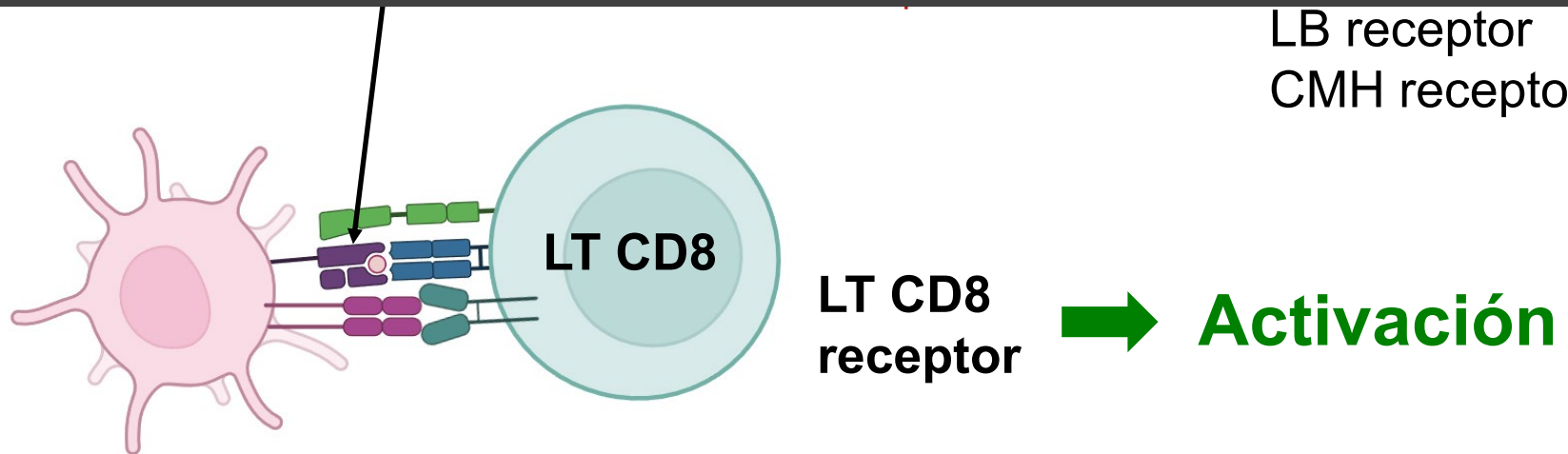
# ¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (humoral, celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloconocimiento?



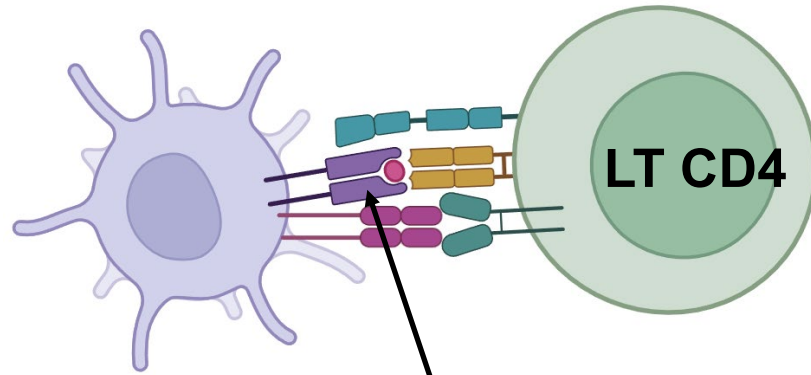
¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (humoral, celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloconocimiento?



**Vía directa**  
**Activación alorespuesta T pero no B**



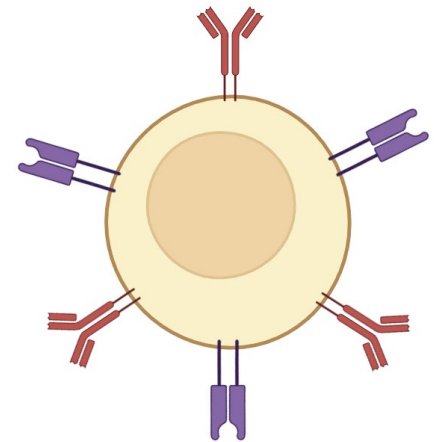
¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloreconocimiento?



LT CD4 receptor



**Activación**

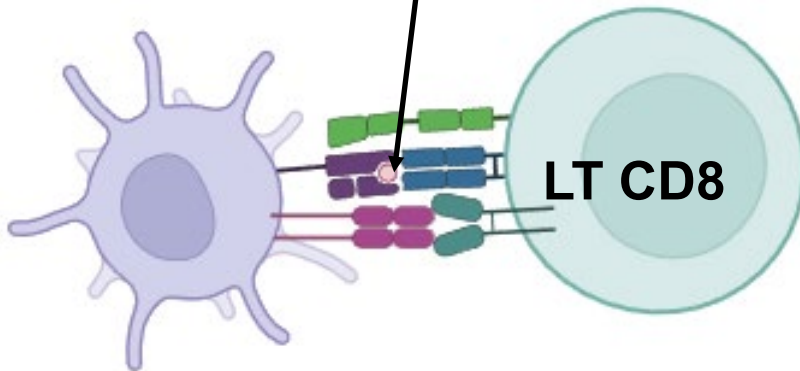


Existen linfocitos B del receptor que pueden recibir ayuda de los linfocitos T que se activaron por vía indirecta

LB receptor  
CMH receptor

**Vía indirecta**

CD receptor  
CMH receptor  
Péptido donante

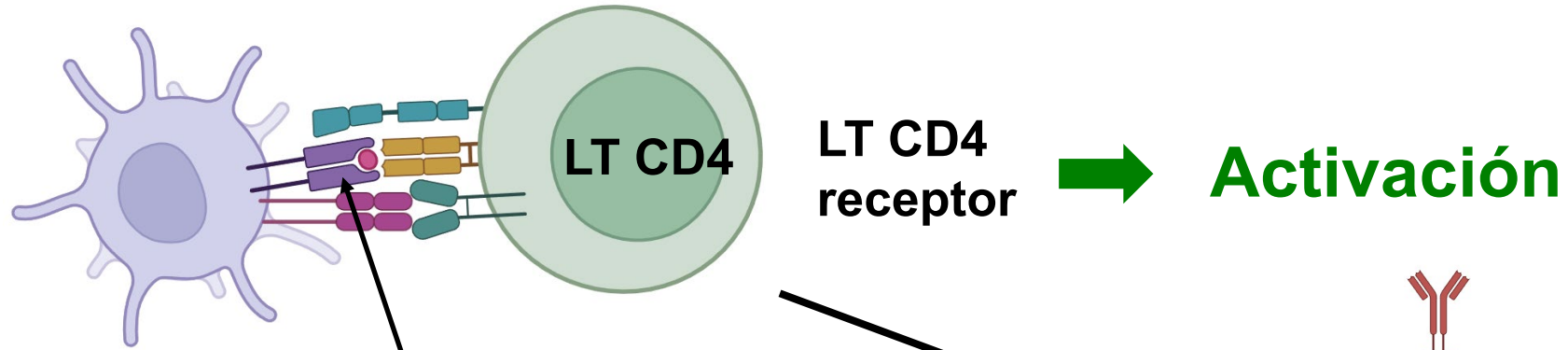


LT CD8 receptor

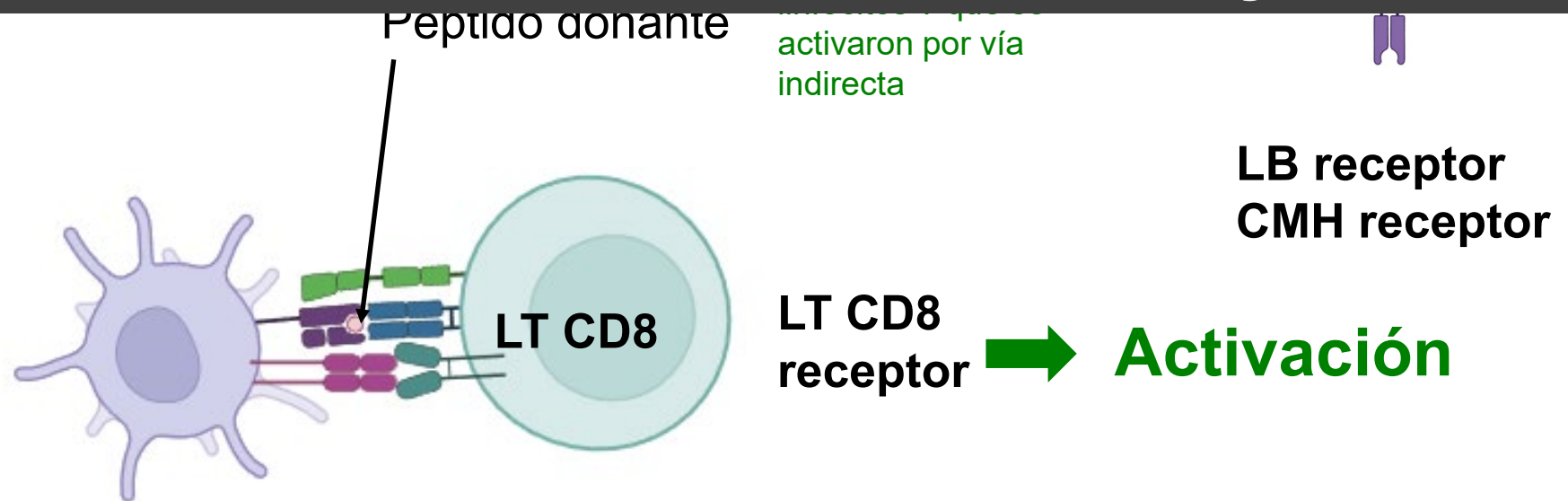


**Activación**

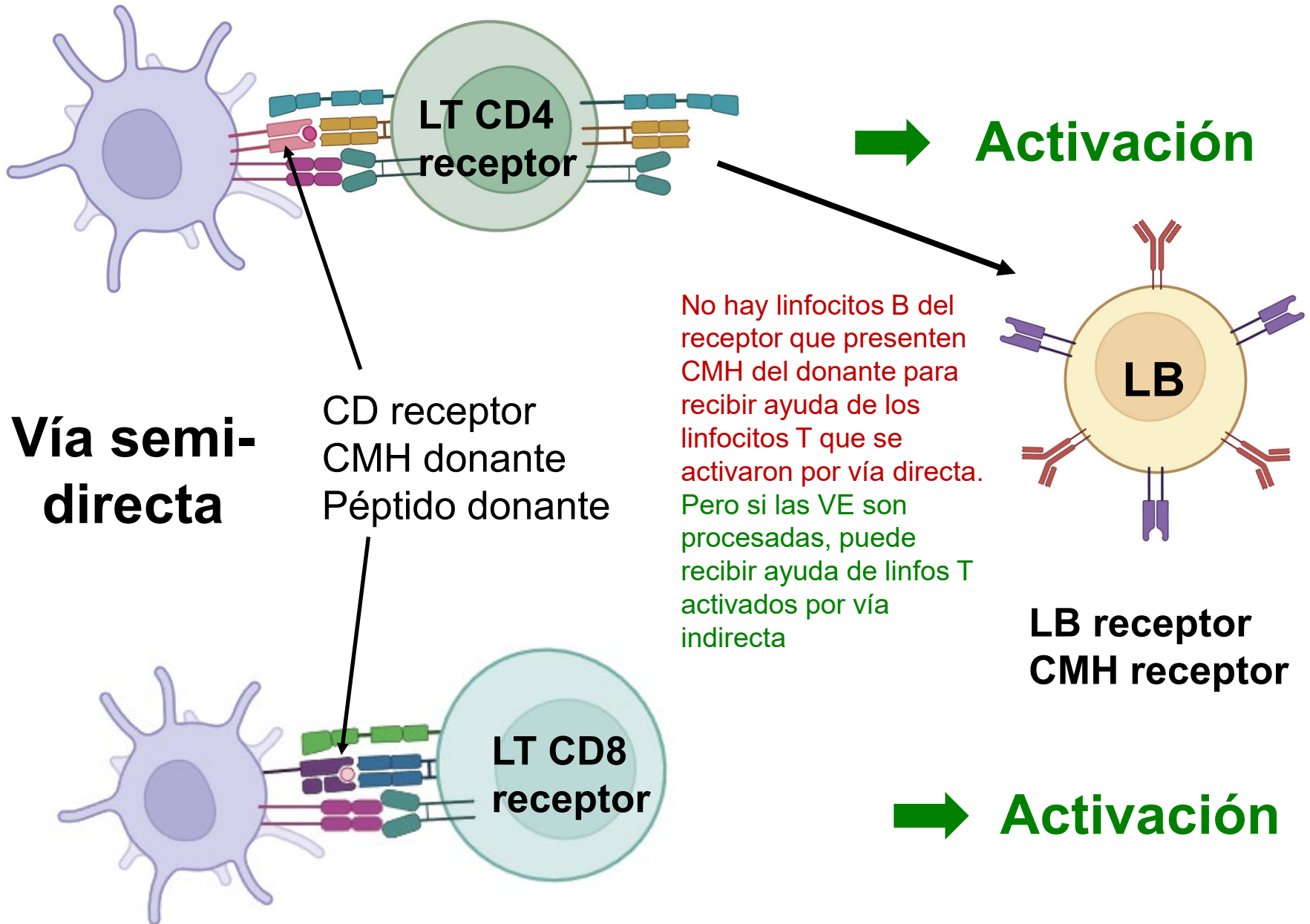
¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloconocimiento?



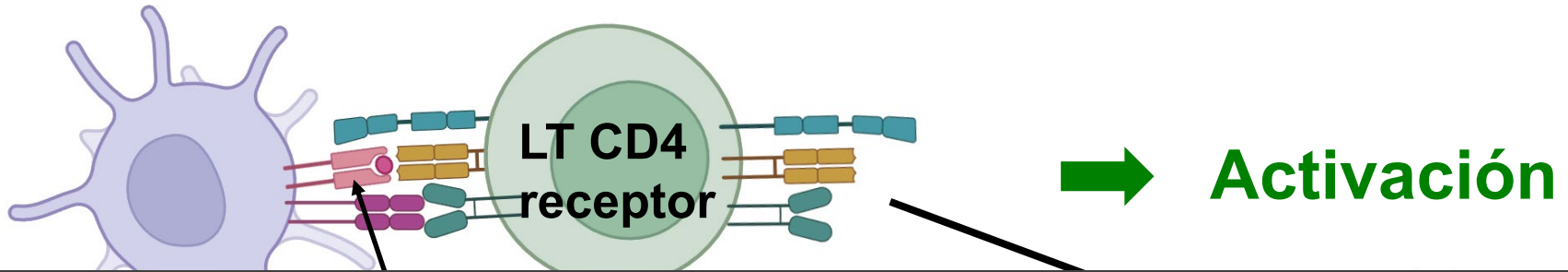
## Vía indirecta Activación alorespuesta T y B



¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloconocimiento?



¿Qué tipo de respuesta aloreactiva (celular -CD4 y/o CD8-) pueden inducir las vías directa, semidirecta e indirecta de aloreconocimiento?



## Vía semidirecta

Activación alorespuesta T pero no B, excepto que los linfocitos B reciban ayuda de linfocitos T activados por vía indirecta



# La presentación de aloantígenos resulta en:

**Activación y generación de una respuesta inmune efectora aloreactiva humoral y/o celular**

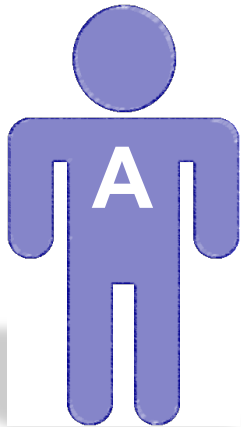
- Células T CD8 aloreactivas (efectoras y memoria)
- Células T CD4 aloreactivas (efectoras y memoria)
- Plasmoblastos, plasmocitos y linfocitos B de memoria
- Anticuerpos



Lesión del Parénquima

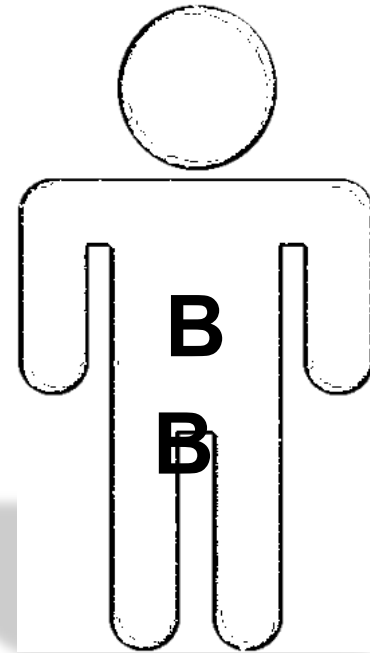
# ¿Cómo se desarrolla la respuesta inmune efectora de rechazo?

Depende de cuál de las siguientes situaciones se trate



**Situación 1**

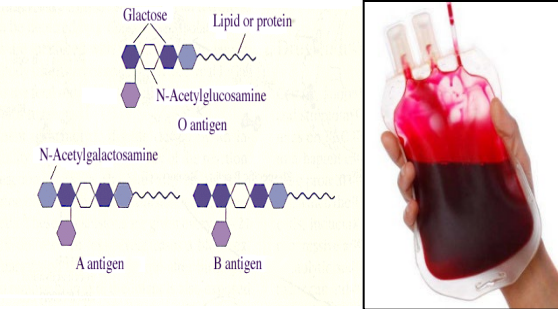
**El individuo debe montar una respuesta inmune alorreactiva primaria**



**Situación 2**

**El Individuo se encuentra alosensibilizado (tiene anticuerpos alogénicos preformados o células alorreactivas contra alelos del HLA)**

# Causas posibles de la alo sensibilización



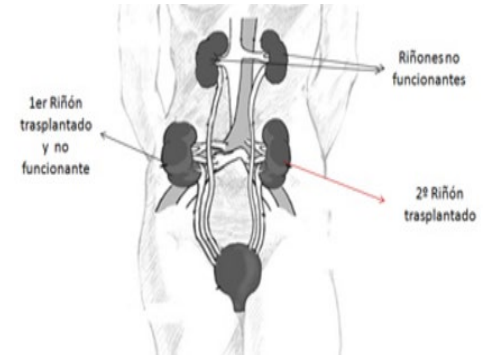
Transfusión de sangre Eritrocitos (antígenos menores – kell, Duffy, Kidd)

Plaquetas (HLA)

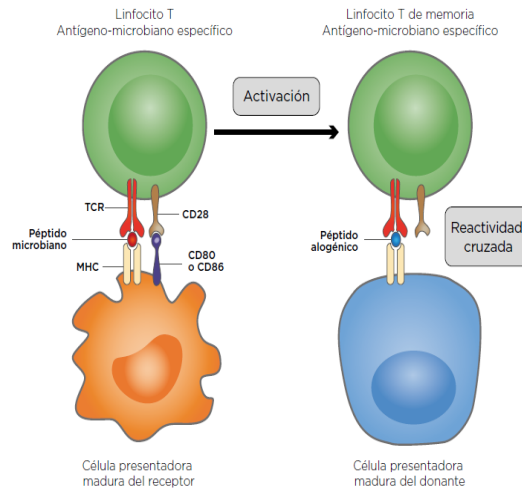
Hay 35% de chance que 2 individuos sean ABO incompatibles  
1/3 de los potenciales donantes vivos son excluidos debido al ABO



Embarazos



Trasplantes previos



- Inmunidad heteróloga**
- Anticuerpos espontáneos
  - Infecciones (mimetismo molecular), influenza y hepatitis C
  - Factores ambientales (microorganisms, proteínas ingeridas, alergenios),
  - Operaciones, traumas, vacunas.

# ¿En qué se basa la inmunidad heteróloga?

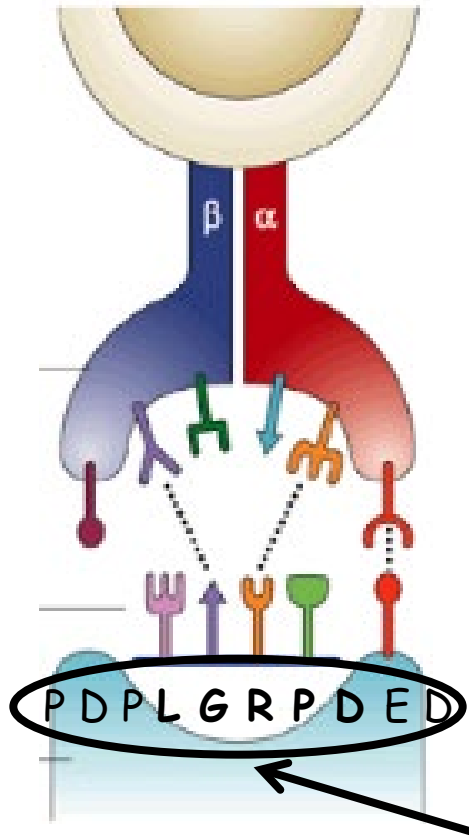
**La historia previa de infecciones, particularmente virales, en el paciente a trasplantar, condiciona su tendencia a rechazar el órgano trasplantado**

- En un individuo sano adulto, entre el 10 y el 40% del total de células TCD8<sup>+</sup> circulantes son células T de memoria reactivas frente a EBV y CMV
- Dos mecanismos han sido postulados a fin de explicar esta reactividad “cruzada”, también denominada inmunidad heteróloga:

***Mimetismo Molecular***  
***y***  
***Plasticidad del TCR***

# Mimetismo molecular

Linfocito T específico para antígeno microbiano

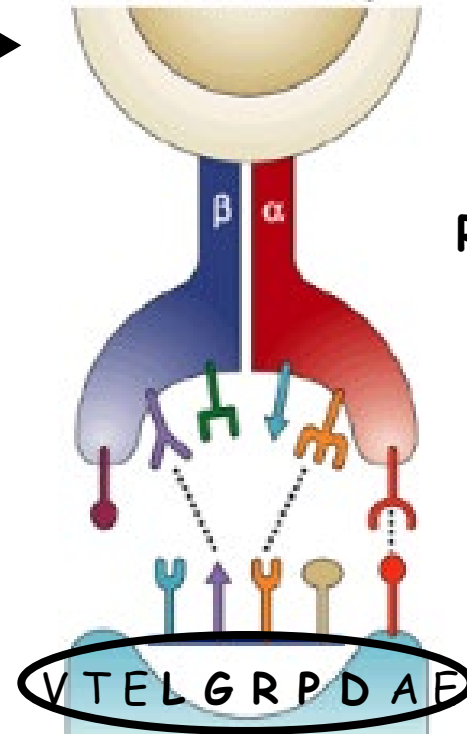


CPA presentando péptido microbiano

Activación



Linfocito T de memoria específico para antígeno microbiano



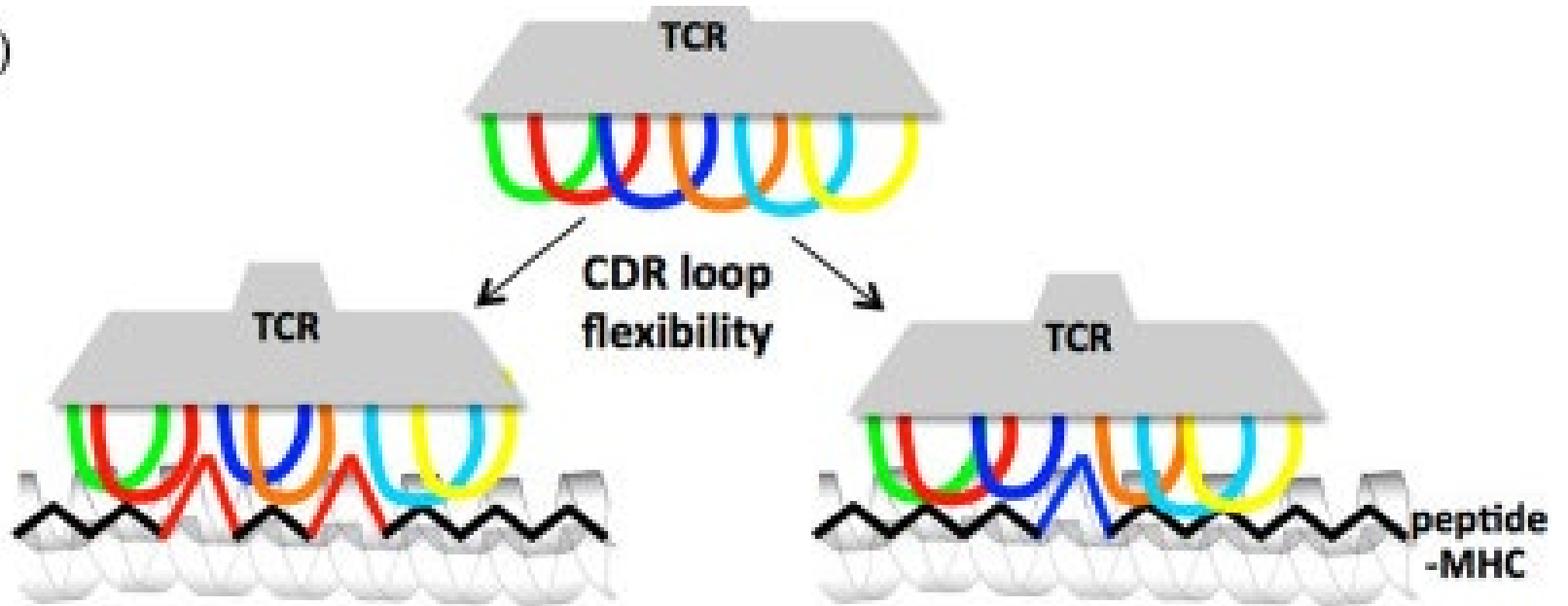
Reactividad Cruzada

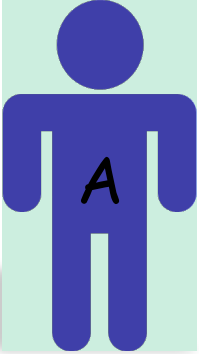
CPA presentando un alopéptido  
Alopéptido presentado por alelo HLA-DR

Péptido procesado del CMV

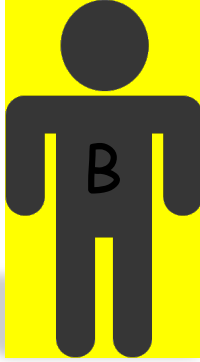
# Plasticidad de algunos TCR

(b)





# Daño agudo y crónico: Mecanismos



- Si hay **anticuerpos preformados**...formación de complejos inmunes aloantígeno-aloanticuerpos y activación de la vía clásica del complemento.
- Si hay **células aloreactivas CD8<sup>+</sup>** ...citotoxicidad.
- Si hay **células aloreactivas CD4<sup>+</sup>** ...respuesta celular y humoral.
- Situaciones mixtas.

## Tipo de rechazos

- Humoral
- Celular
- Mixto

# La respuesta inmune conduce al rechazo del órgano trasplantado

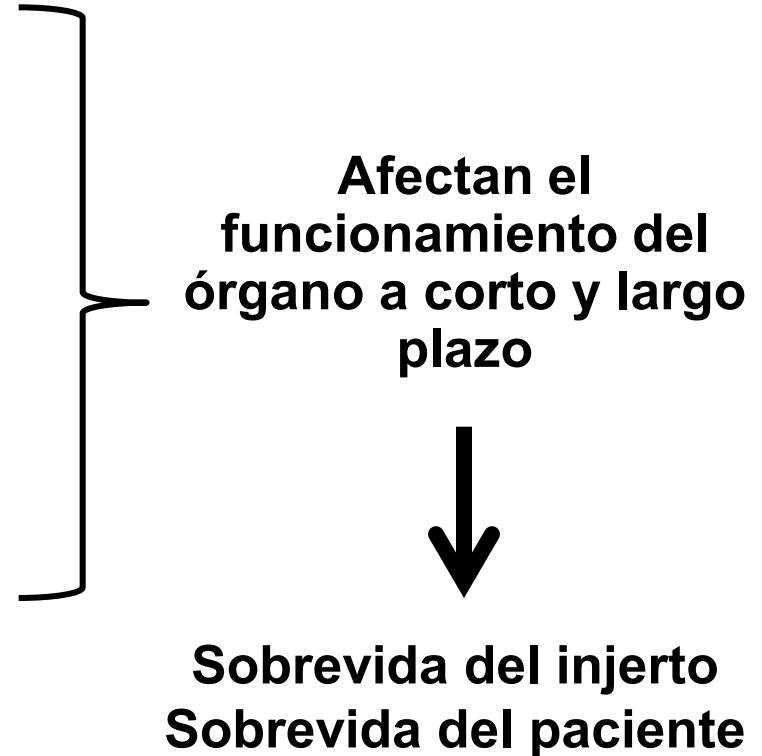
Los pacientes receptores son tratados con drogas inmunosupresoras de por vida, pese a lo cual....

<b>Sobrevida del órgano</b>	<b>1 Año</b>	<b>5 Años</b>	<b>10 Años</b>
Riñones de Donantes cadavéricos	91%	68%	42%
Riñones de Donantes vivos	95%	79%	54%
Hígado	83%	67%	52%
Corazón	87%	72%	49%
Pulmón	84%	48%	19%

**Trasplantes realizados entre 1995-2004 (Reporte del Año 2006)**

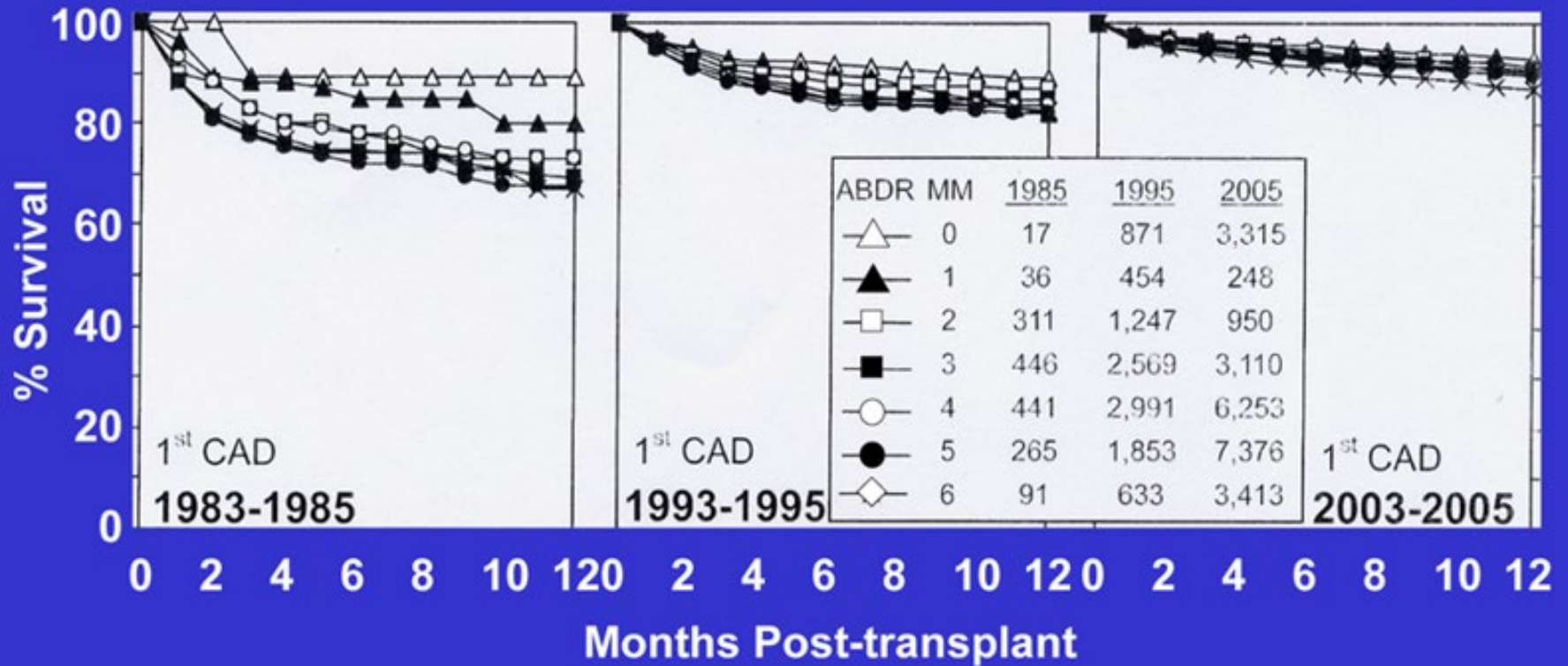
# Factores que influyen en la sobrevida del injerto

1. Incompatibilidad HLA/ABO
2. Factores intrínsecos del donante
3. Eventos perioperatorios (IRI)
4. Factores intrínsecos del receptor
5. Inmunosupresión



# Factores que influyen en la sobrevida del injerto

## 1. Incompatibilidad HLA/ABO



# Factores que influyen en la sobrevida del injerto

## 2. Factores intrínsecos del donante

Donante Fallecido

Donante Vivo

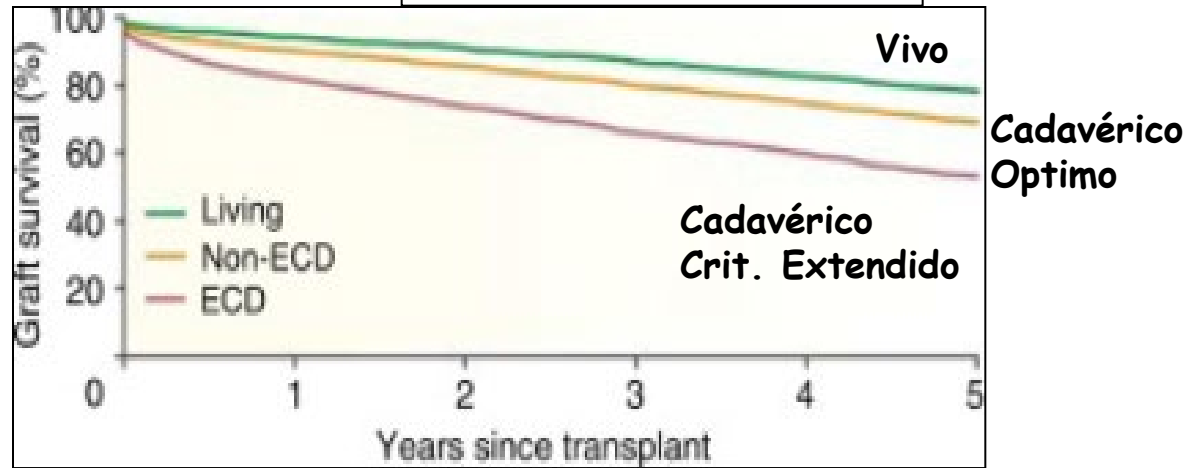
(Relacionado, pareado, altruista, cadena)

Muerte Encefálica  
(A corazón latente)

Muerte Cardíaca  
(A corazón parado)

Sobrevida del injerto

Con criterio óptimo (SCD)  
Con criterio extendido (ECD)



Sobrevida del órgano	1 Año	5 Años	10 Años
Riñones de Donantes cadavéricos	91%	68%	42%
Riñones de Donantes vivos	95%	79%	54%

# Diferencias en donantes cadavéricos

- Tiempo hasta el diagnóstico de muerte encefálica.
- Tiempo hasta la ablación.

**Muerte encefálica**

Cambios Hormonales  
(↓ADH, ACTH, T3, T4,  
TSH)

Hipoperfusión  
Diabetes insípida

Inestabilidad  
Hemodinámica  
Tormenta de catecolaminas  
Hipovolemia

Hipoperfusión renal  
Aumento de ROS

Activación Inmunológica  
(tormenta de citoquinas,  
activación complemento)

Activación Endotelial  
Migración leucocitos  
Coagulación

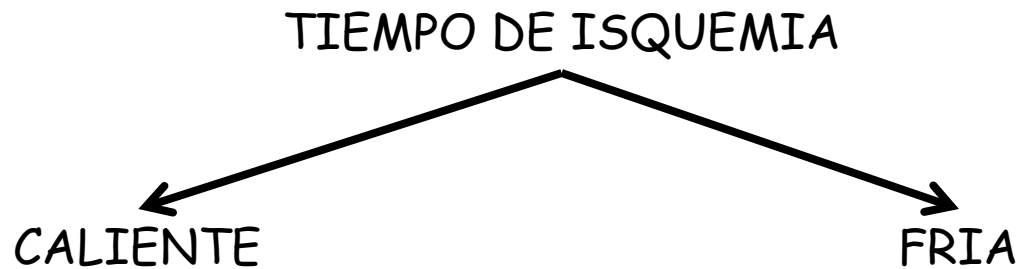
Inducción de citoprotectores  
HO-1/HSP70/MnSOD2

Reduce la viabilidad del órgano  
Aumenta alorespuesta  
Retardo en la función del injerto  
Nefropatía Crónica

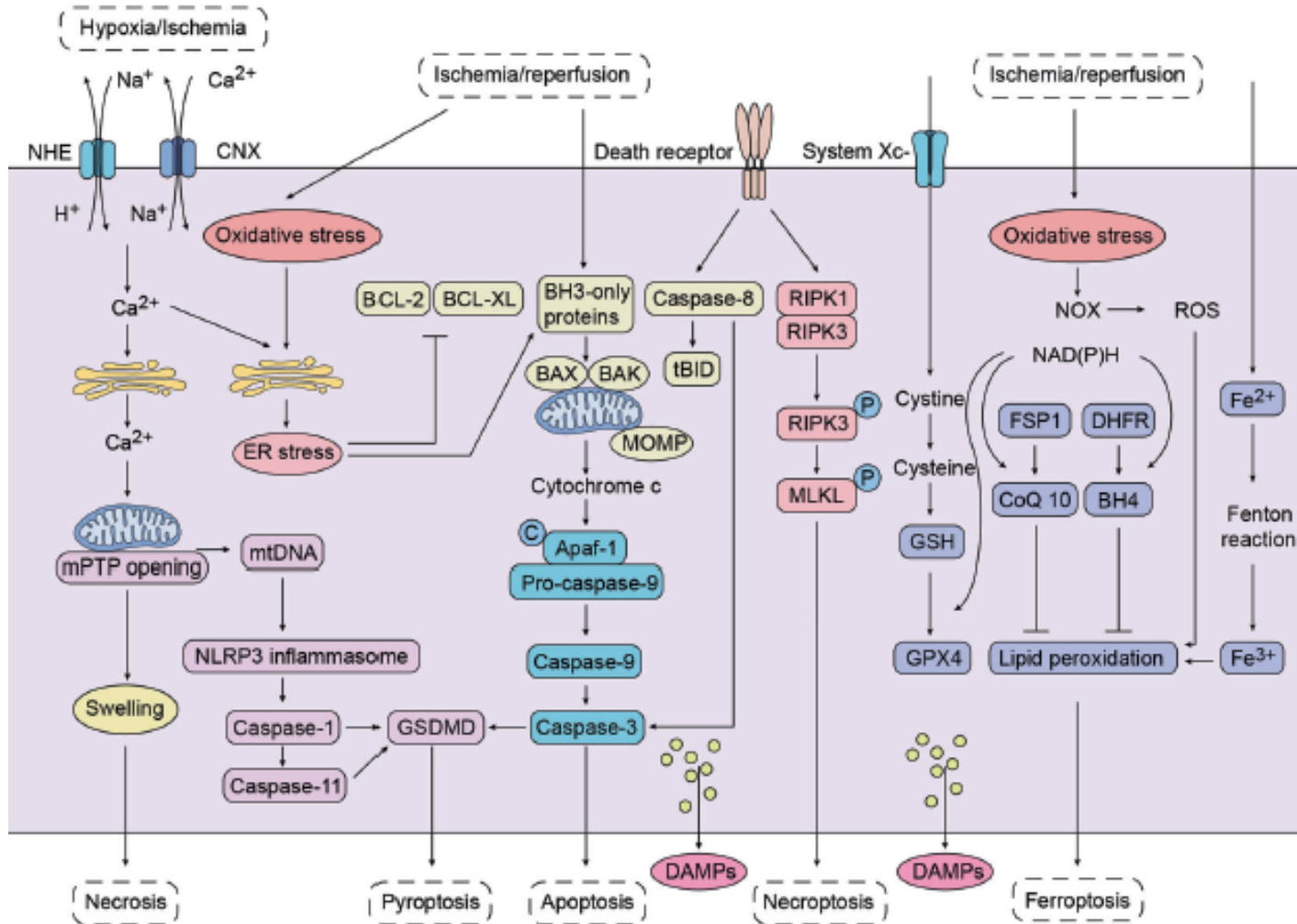
# Factores que influyen en la sobrevida del injerto

## 3. Factores perioperatorios (IRI)

Factor determinante de los órganos a injertar

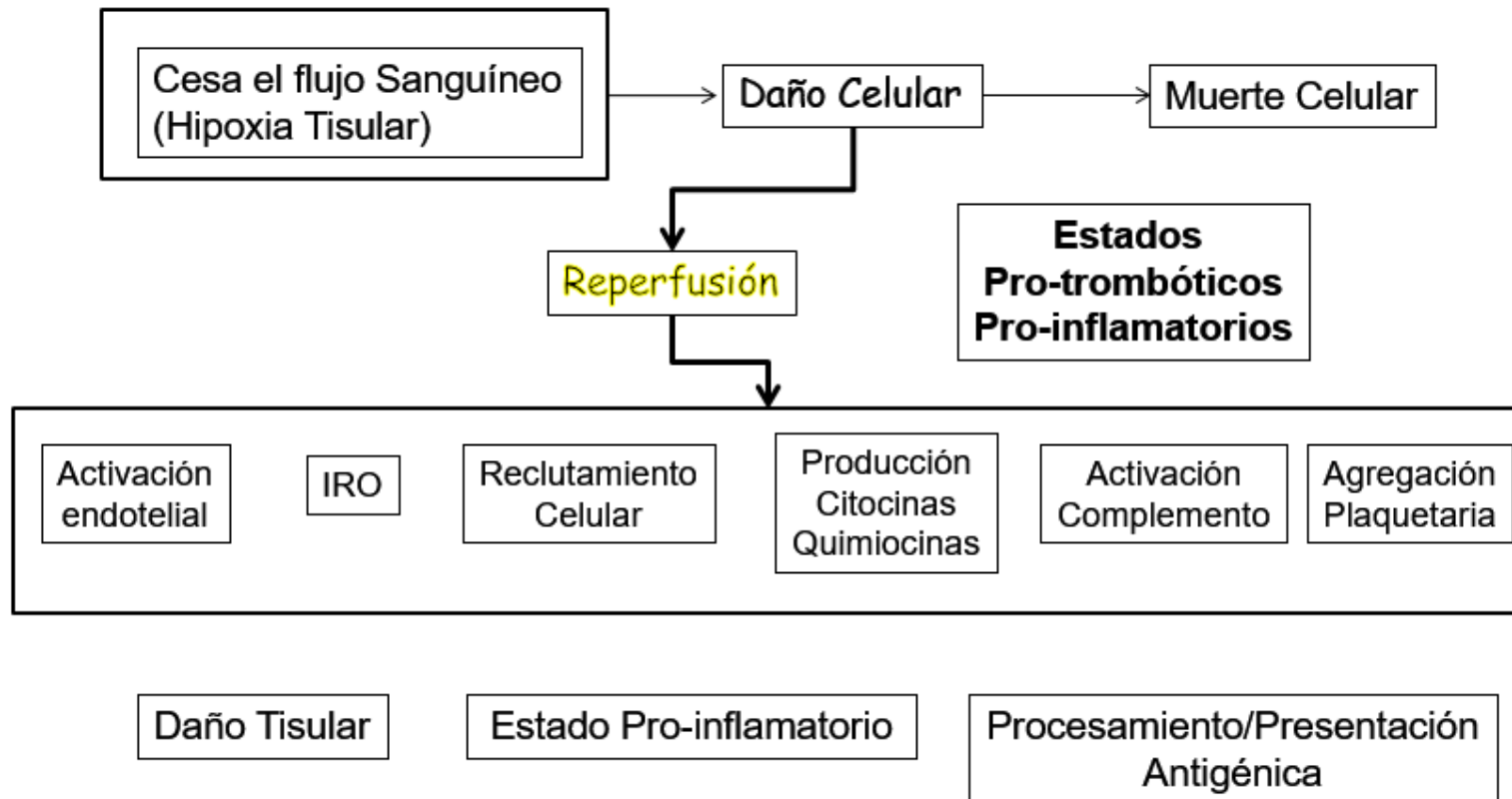


# Daño por isquemia/reperfusión



# Daño por isquemia/reperfusión: 2 procesos

- **Isquemia:** induce la necrosis celular y la liberación de DAMPs
- **Reperusión:** motoriza una respuesta inflamatoria orquestada, en primer lugar, por el endotelio



# Factores que influyen en la sobrevida del injerto

## 4. Factores intrínsecos del receptor

- Enfermedad de base (a veces hay recidiva)
- Edad del receptor
- Sensibilización
- Desarrollo de respuesta inmune *de novo*

## 5. Inmunosupresión

Hay diferentes protocolos de inmunosupresión que varían según el riesgo inmunológico y el centro de trasplante

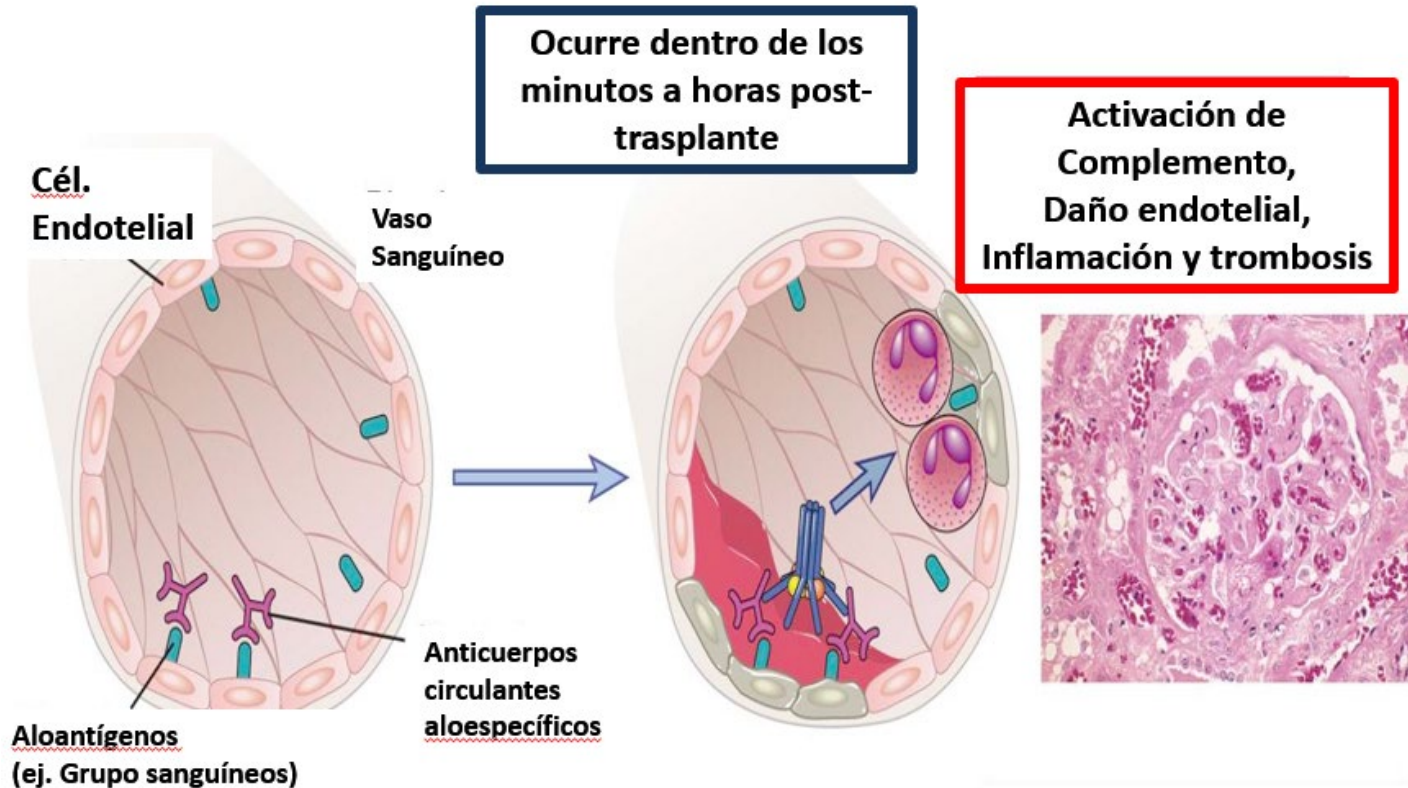
# Susceptibilidad de diferentes órganos sólidos al rechazo (inmunogenicidad)



**Atendiendo al tiempo transcurrido desde la concreción del trasplante y a los mecanismos inmunes involucrados, el rechazo de un órgano trasplantado puede clasificarse como:**

- **Rechazo hiperagudo humoral**
- **Rechazo agudo (celular y/o humoral)**
- **Rechazo crónico (celular y/o humoral)**

# Rechazo Hiperagudo Renal

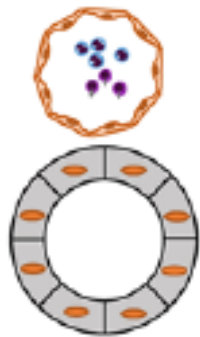


1. Aloanticuerpos preformados dirigidos contra antígenos ABO o moléculas del CMH expresados por el endotelio.
2. Activación del complemento.
3. Marginación y activación de neutrófilos.
4. Desarrollo de una respuesta inflamatoria y trombótica.
5. Oclusión del vaso.

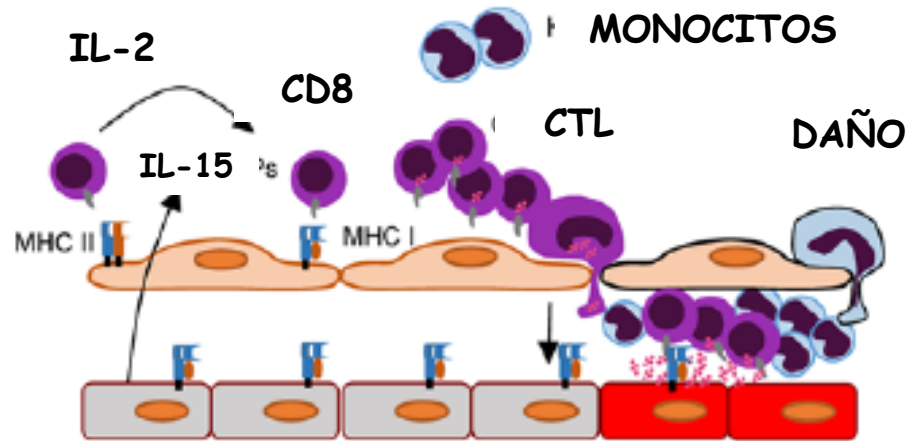
# Rechazo Agudo Renal

## RECHAZO AGUDO CELULAR

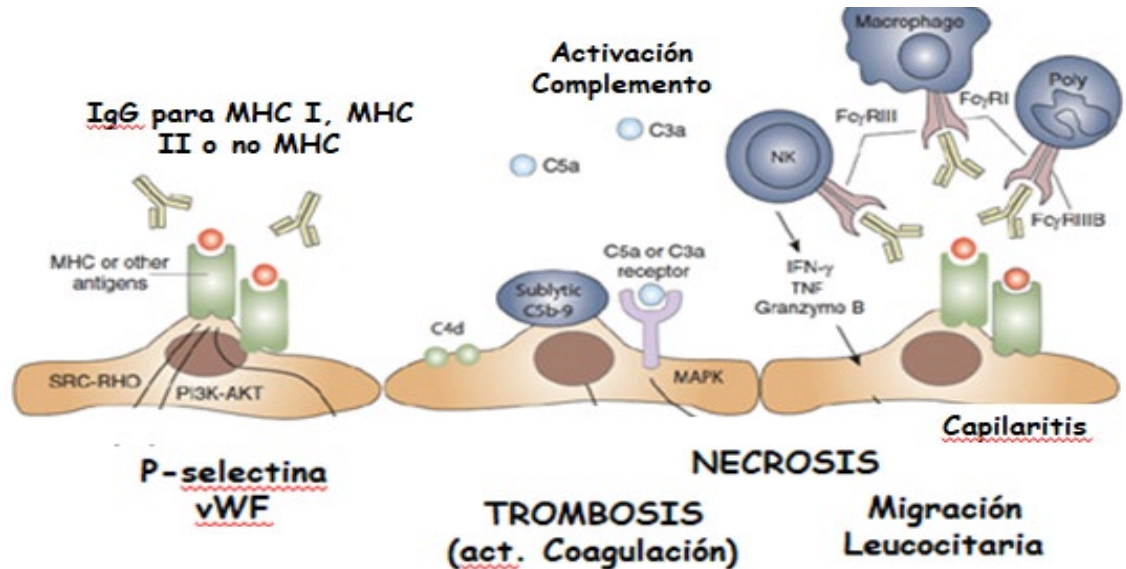
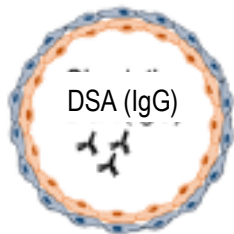
Vénulas post-capilares del injerto  
Parénquima del injerto



Linfocito T CD4 aloreactivo

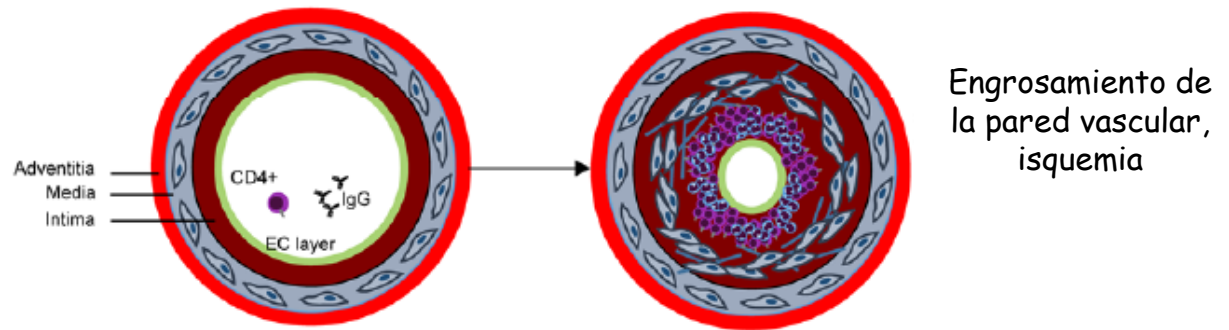


## RECHAZO AGUDO HUMORAL

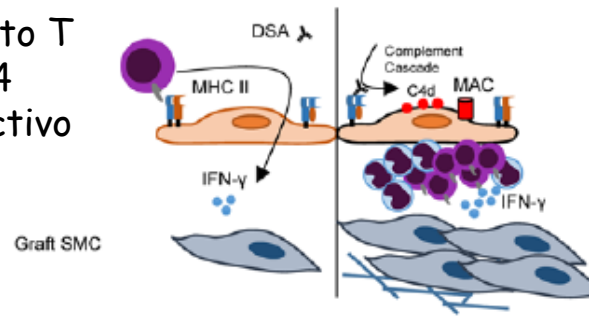


# Rechazo Cronico Renal (enfermedad vascular del injerto)

## Chronic Rejection



Linfocito T  
CD4  
alorreactivo



LT CD4 y CD8+ alorreactivos activados, en primer lugar, por vía indirecta.

Macrófagos: liberación de **factores pro-fibróticos**.

Aloanticuerpos.

Endotelitis y daño endotelial.

Engrosamiento de la íntima arterial por proliferación de células musculares, fibrosis concéntrica y formación de placas ateromatosas.

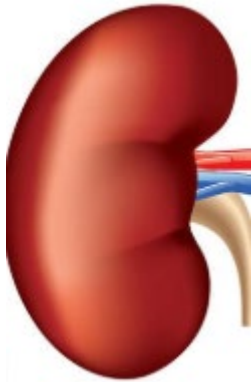
Engrosamiento progresivo de la pared arterial (vasculopatía del injerto)

# ¿Cómo evitamos el rechazo y el daño?

- 1. Tipificación.**
- 2. Cross Match.**
- 3. Inmunosupresión.**

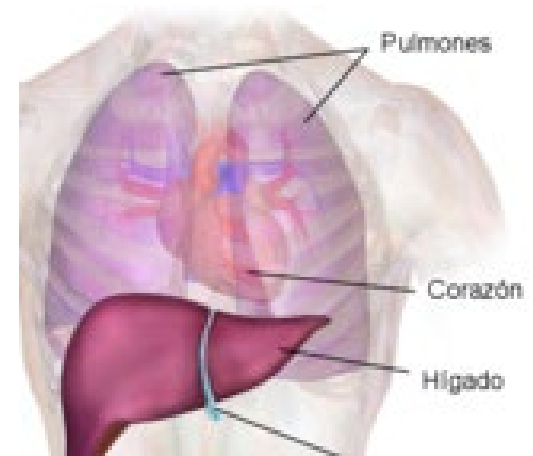
# Tipificación...¿siempre?

SI



¿Porque?

NO



**¿Qué se tipifica?**

HLA-A, -B y -DR

Compatibilidad ABO

**¿Qué se valora y prioriza?**

*Tamaño del órgano, grupo sanguíneo y serología*

Valorar la serología del Donante y Receptor  
(ej: donante positivo para CMV a receptor negativo para CMV)

***No es necesaria la compatibilidad absoluta  
¿Porqué?***

# Compatibilidad entre donantes y receptores

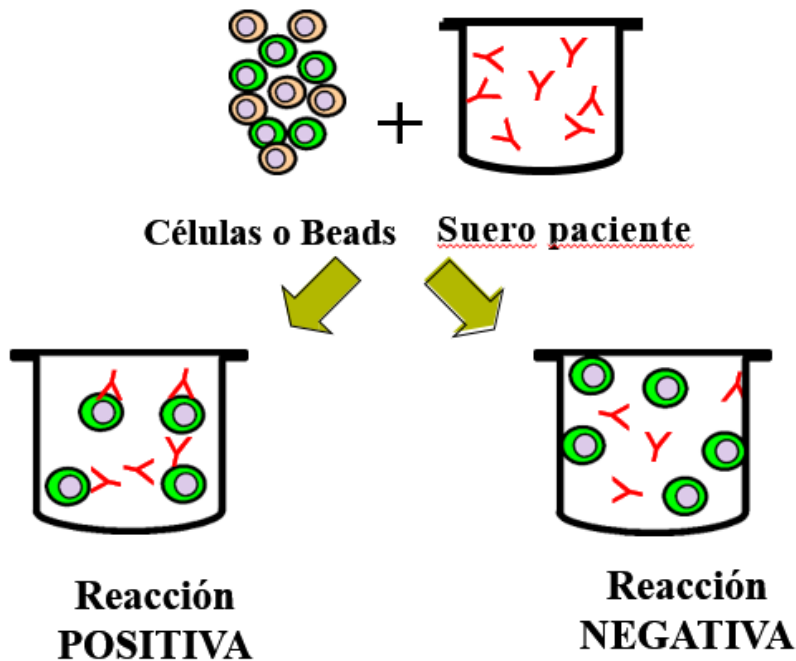
## Recomendaciones

- En todos los candidatos a la espera de un trasplante renal ha de determinarse el grupo sanguíneo ABO y los fenotipos HLA-A, B y DR.
- Para evitar un rechazo hiperagudo, debe efectuarse una prueba de histocompatibilidad de linfocitos antes de cada trasplante de riñón y de riñón/páncreas combinado

# ¿Cómo evitamos el rechazo hiperagudo?

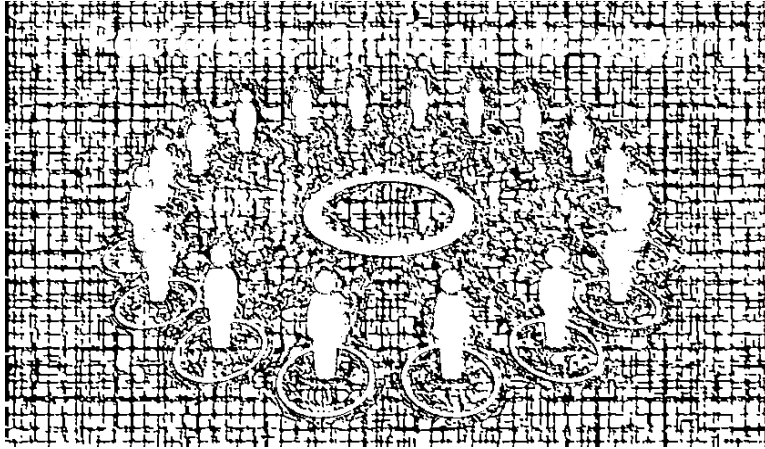
## Detectando Ac anti HLA

- Técnica: Cross-Match.



- ¿Hay anticuerpos en el suero?
- ¿Los anticuerpos son clínicamente relevantes?  
Especificidad y capacidad de fijar complemento

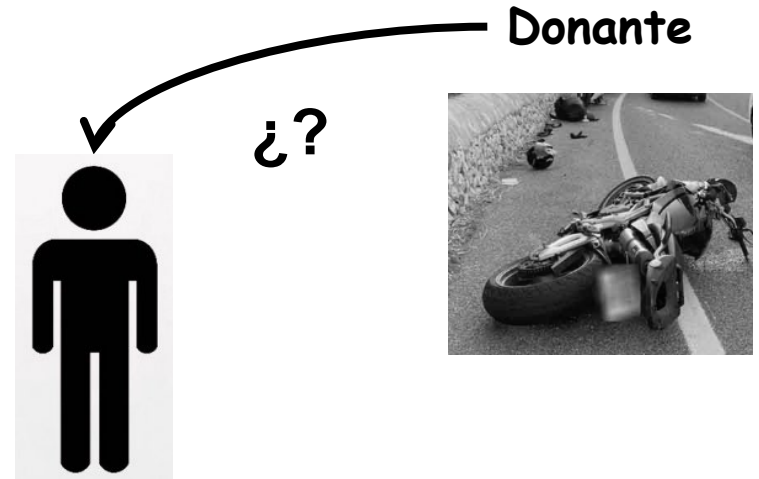
# ¿Cuándo debe hacerse Cross Match?



1) Paciente en lista de espera.



*Cross-match final contra panel*

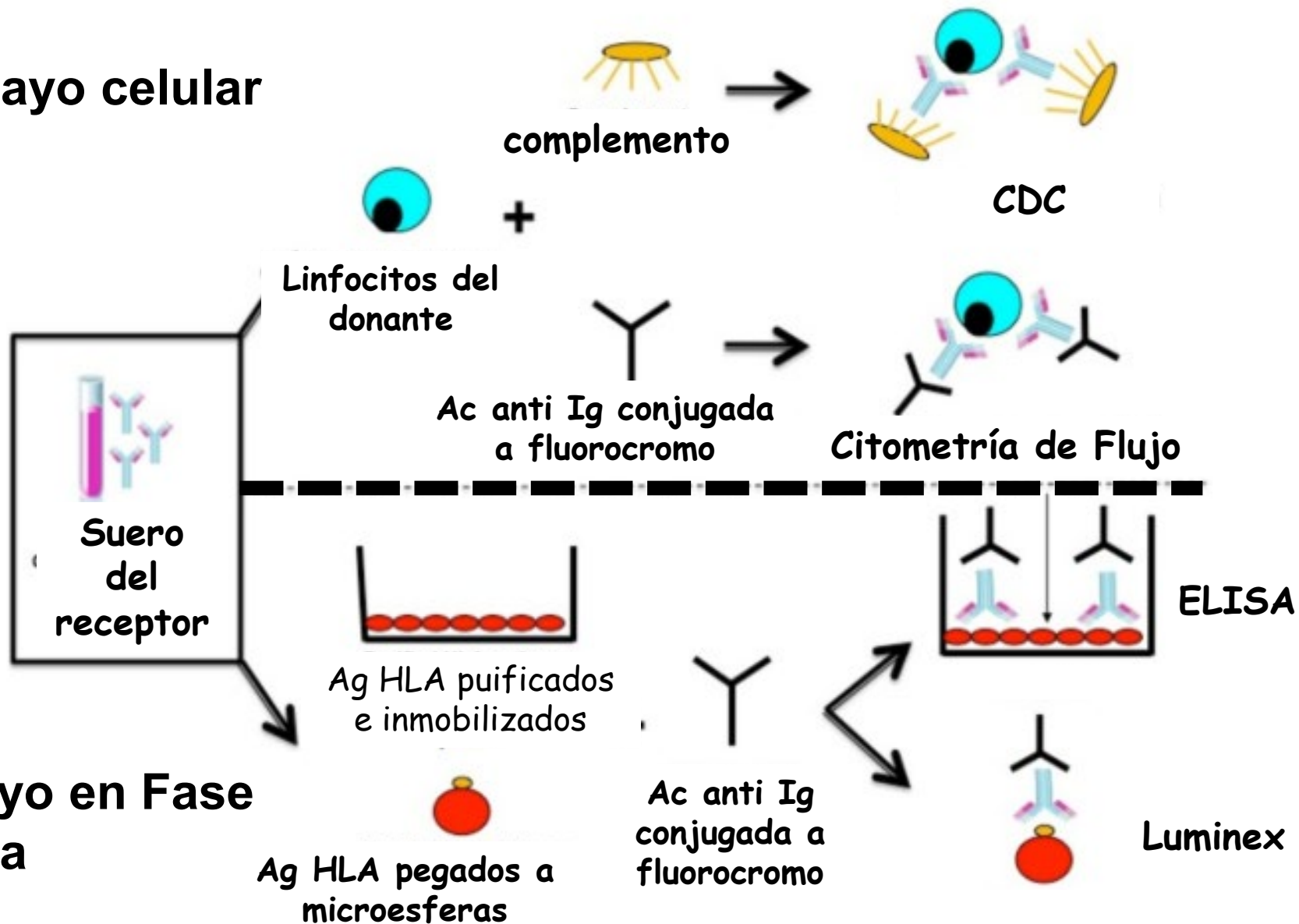


2) Paciente en lista de espera al que se le asignó un posible donante.



*Cross-match final contra dador*

# Ensayo celular



# Pre-sensibilización

- ¿Se valora siempre?...NO (sólo en Tx renal, por ahora...)
- ¿La presensibilización es una contraindicación absoluta para el trasplante?...NO (a veces, la necesidad clínica hace que se intente realizar el Tx, previo a una desensibilización con plasmaféresis, depleción de linfocitos B e inmunosupresión).

## Terapias de Desensibilización

Plasmaféresis

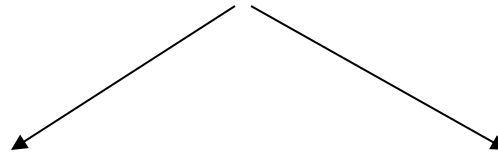
IVIG

Rituximab (anti-CD20)

**Definir riesgo  
inmunologico**



**Toma de decision**

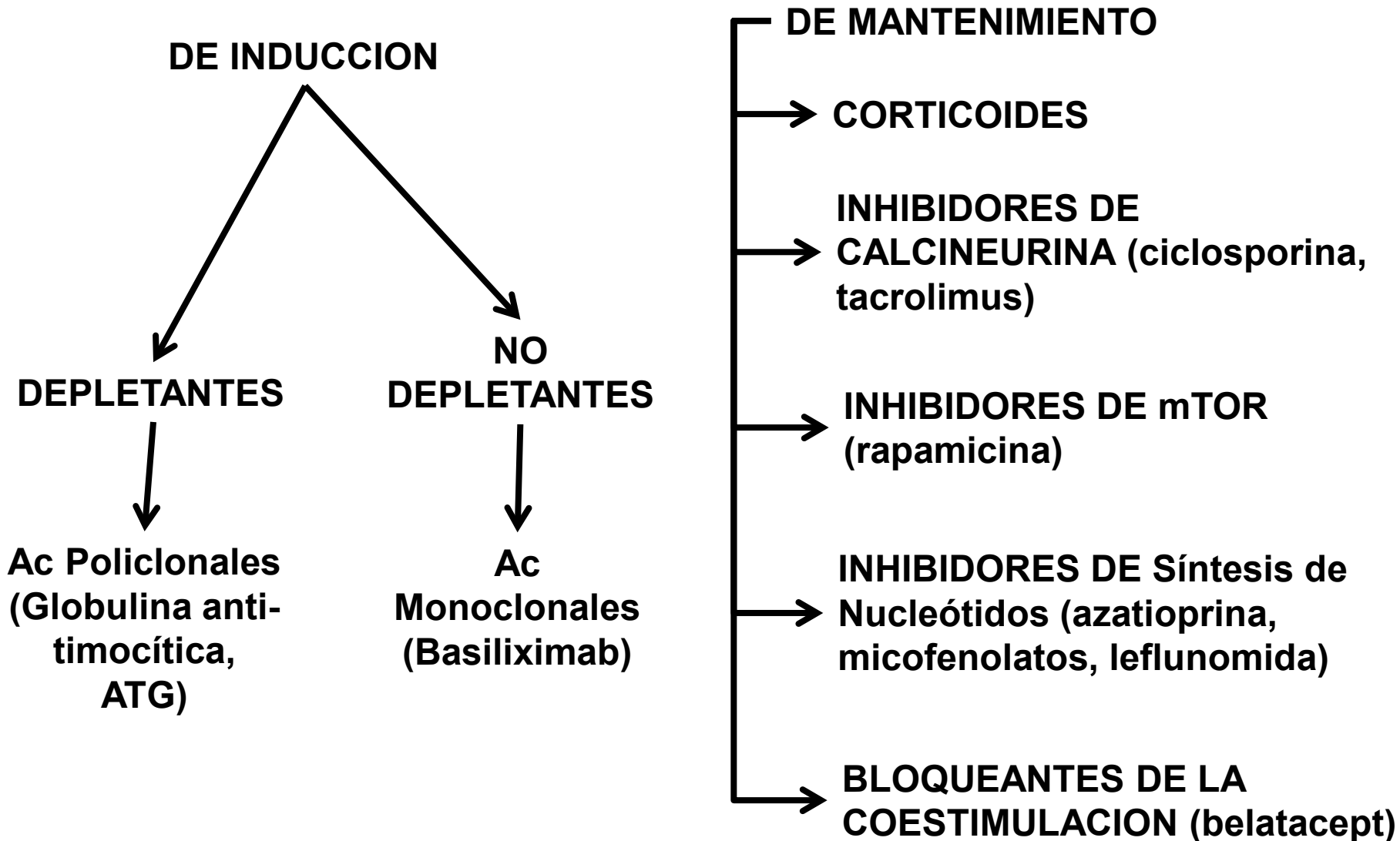


**Exito**



**Fracaso**

# Clasificación de los inmunosupresores



# **LEY 27.447**

**TRASPLANTE DE ORGANOS, TEJIDOS Y CELULAS**

**3 de agosto de 2018**

**✓ Consentimiento presunto**

**TRASPLANTE DE CELULAS  
PROGENITORAS  
HEMATOPOYÉTICAS (TCPH)**

## Objetivos del TCPH.

Proveer células progenitoras hematopoyéticas (CPH) como tratamiento para diversas patologías, tales como fallos medulares y metabólicos, inmunodeficiencias, ciertos tumores sólidos y enfermedades malignas hematológicas, entre otras.

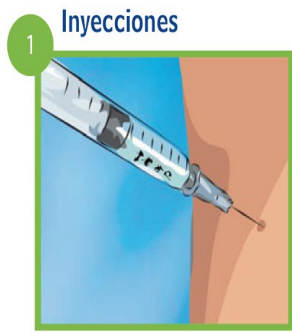
# Células Progenitoras Hematopoyéticas (CPH)

- Células CD34<sup>+</sup>CD38<sup>-</sup> y negativas para la expresión de los marcadores propios a los diferentes linajes hematopoyéticos.
- Representan el 1% de las células de la médula ósea y del 0,1 al 0,01% de los leucocitos totales en sangre periférica.
- Pueden obtenerse de cordón umbilical, médula ósea o sangre periférica (donantes pre-tratados con agentes que las movilizan hacia la circulación)

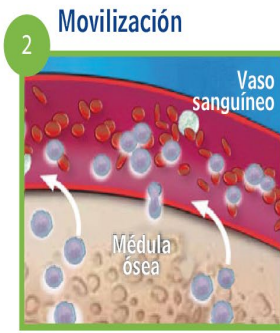
# Esquema general del proceso de TCPH obtenidas de sangre periférica.

Tomado de “Guía práctica para el personal de enfermería y otros profesionales de la atención sanitaria relacionados” European Group of Blood and Bone Marrow Transplantation (EBMT)

- Al ser transferidas por vía parenteral las CPH se asientan en la médula ósea.
- En pacientes sometidos a quimioterapia o radioterapia mieloablativa, la administración de CPH es capaz de regenerar un sistema hematopoyético completo que incluye glóbulos rojos, plaquetas, leucocitos, macrófagos alveolares (pulmón), células de Kupffer (hígado), microglía (SNC), osteoclastos (hueso) y células de Langerhans (piel).



Inyecciones de agentes de movilización



Las células madre son estimuladas a pasar al torrente sanguíneo desde el espacio de la médula ósea



Recogida de las células madre movilizadas desde la sangre utilizando una máquina de aféresis



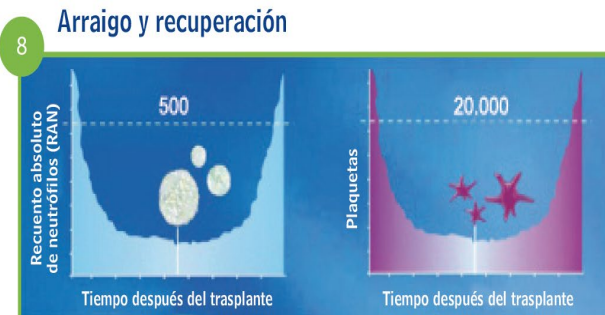
Las células madre recogidas se conservan en bolsas de infusión



Congelación de las células madre para su utilización después de completar el régimen de preparación



Administración del régimen preparatorio previsto para destruir cualquier célula cancerosa remanente y dejar sitio para que vivan las nuevas células



Monitoreo del *engraftment* en el paciente trasplantado (prendimiento del trasplante)

# Tipos de TCPH

Según el tipo de donante	
<b>AUTÓLOGO</b>	Las CPH son del propio paciente, obtenidas antes de administrar altas dosis de quimio/radioterapia.
<b>SINGENEICO</b>	Realizado con hermanos gemelos univitelinos.
<b>ALOGÉNICO</b>	Distinto a un gemelo univitelino
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Donante <b>RELACIONADO HISTOIDÉNTICO</b>.</li><li>• Donante <b>RELACIONADO HAPLOIDÉNTICO</b>.</li><li>• Donante <b>NO RELACIONADO</b> (obtenido a partir de los distintos registros internacionales; puede ser histoidéntico, haploidéntico)</li></ul>

## Según la fuente de CPH

MÉDULA ÓSEA

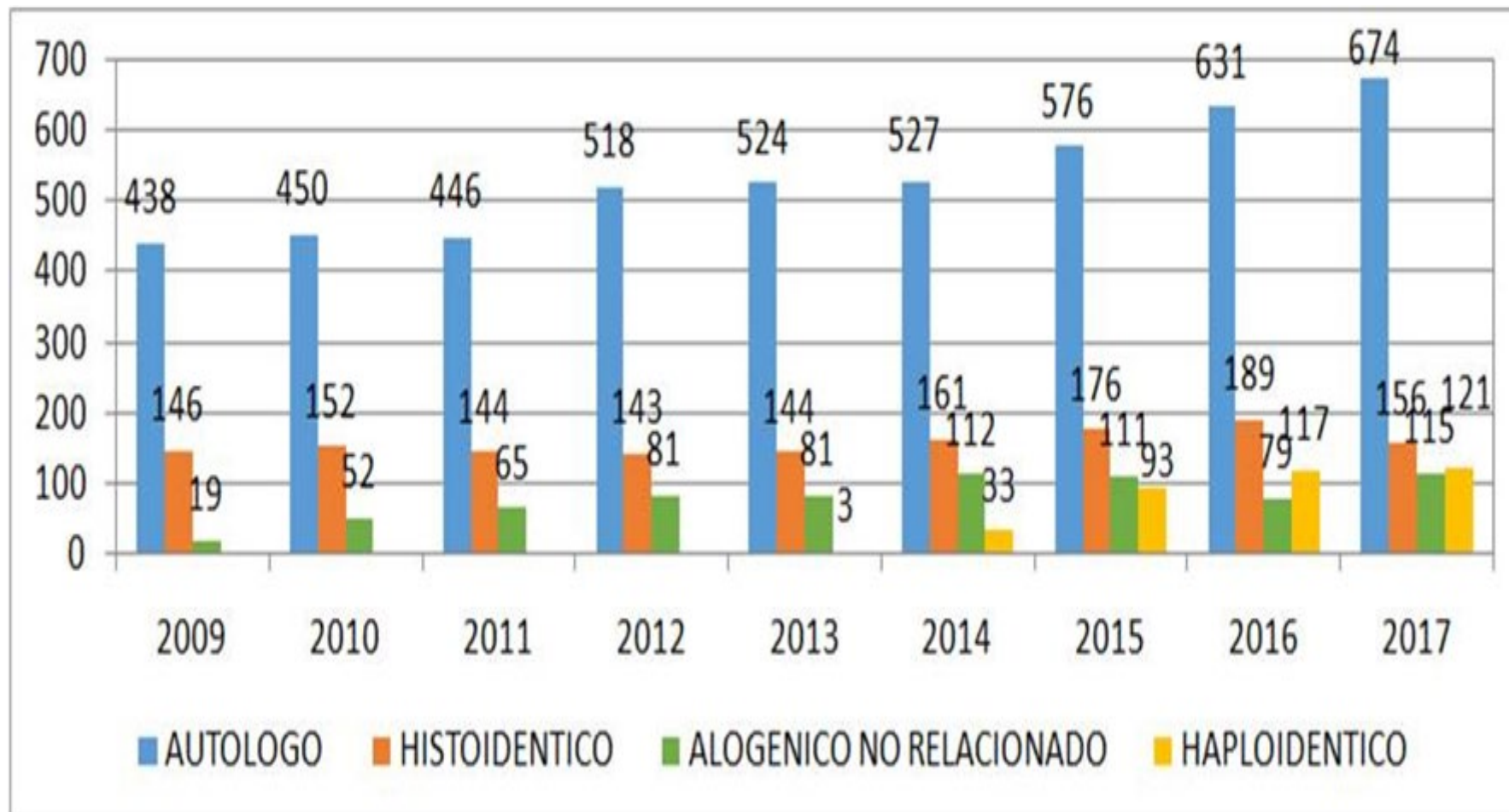
SANGRE PERIFÉRICA

CORDÓN UMBILICAL

Tomado de “Guías de Diagnóstico y Tratamiento de la Sociedad Argentina de Hematología (SAH). Capítulo: Trasplante de células progenitoras hematopoyéticas”.

[http://www.sah.org.ar/guias\\_hematolo\\_2019.asp](http://www.sah.org.ar/guias_hematolo_2019.asp)

## Actividad del TCPH en Argentina desde el año 2009 hasta el año 2017



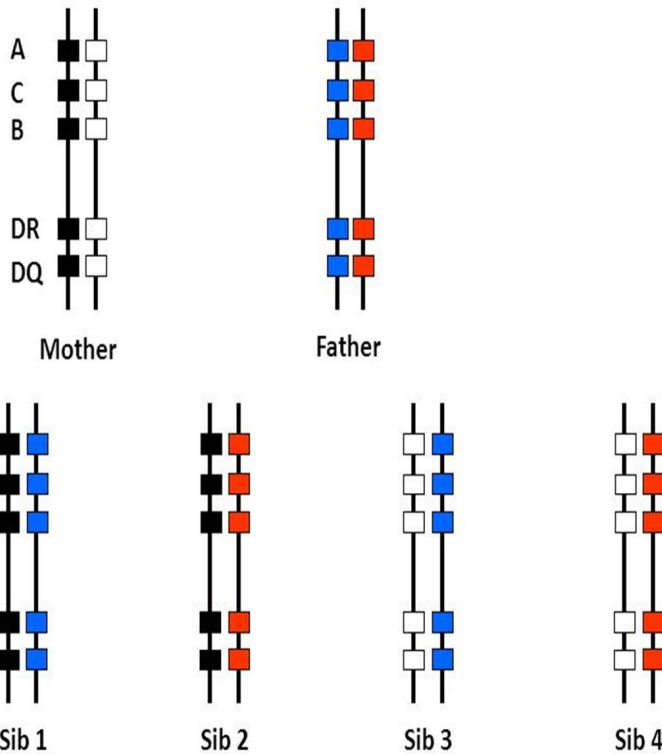
Tomado de la Tesis Doctoral del Dr. Mariano Berro, Hospital Austral.

# TCPH autólogo.

- Es el más simple de todos los TCPH.
- Se realiza en pacientes portadores de patologías quimiosensibles.
- Los pacientes son sometidos a altas dosis de quimio-radioterapia mieloablativa y, a fin de evitar la aplasia sostenida, reciben sus propias CPH para lograr la recuperación hematopoyética.

# Para los **trasplantes alogénicos** es necesario realizar estudios de **Tipificación de las moléculas HLA del donante y receptor**

## HLA inheritance



25% chance of having an HLA matched sibling  
50% chance of having a haploidentical sibling

- Técnicas serológicas (baja resolución).
- En la actualidad la **tipificación se realiza utilizando técnicas de Biología Molecular** en la que se estudian los genes del individuo. Existen **técnicas de resolución intermedia** (para la mayoría de los casos de trasplantes relacionados) o **técnicas de alta resolución** (para trasplantes no relacionados).

# Conceptos a tener en cuenta cuando hablamos de TCPH

1. **Rechazo** del trasplante.
2. ***Engraftment*** del trasplante.
3. **Enfermedad de injerto contra huésped** (EICH o GVHD, por sus siglas en inglés).
4. **Injerto contra leucemia** (ICL o GVL, por sus siglas en inglés).
5. **Preacondicionamiento del paciente y regímenes de inmunosupresión.**
6. **Infecciones** en el paciente trasplantado.

# 1. RECHAZO del trasplante

- Es una complicación de los trasplantes alogénicos.
- De acuerdo al momento de aparición recibe el nombre de:
  - **Falla primaria del injerto:** no se detecta la presencia de neutrófilos circulantes (no hubo engraftment).
  - **Falla secundaria del injerto:** si bien existe un *engraftment* inicial, este luego pierde su función y se acompaña de citopenias severas con médula ósea aplásica.
- Su incidencia es del 4-20% para los trasplantes histoidénticos.
- Esta situación sólo puede resolverse mediante un re-trasplante.

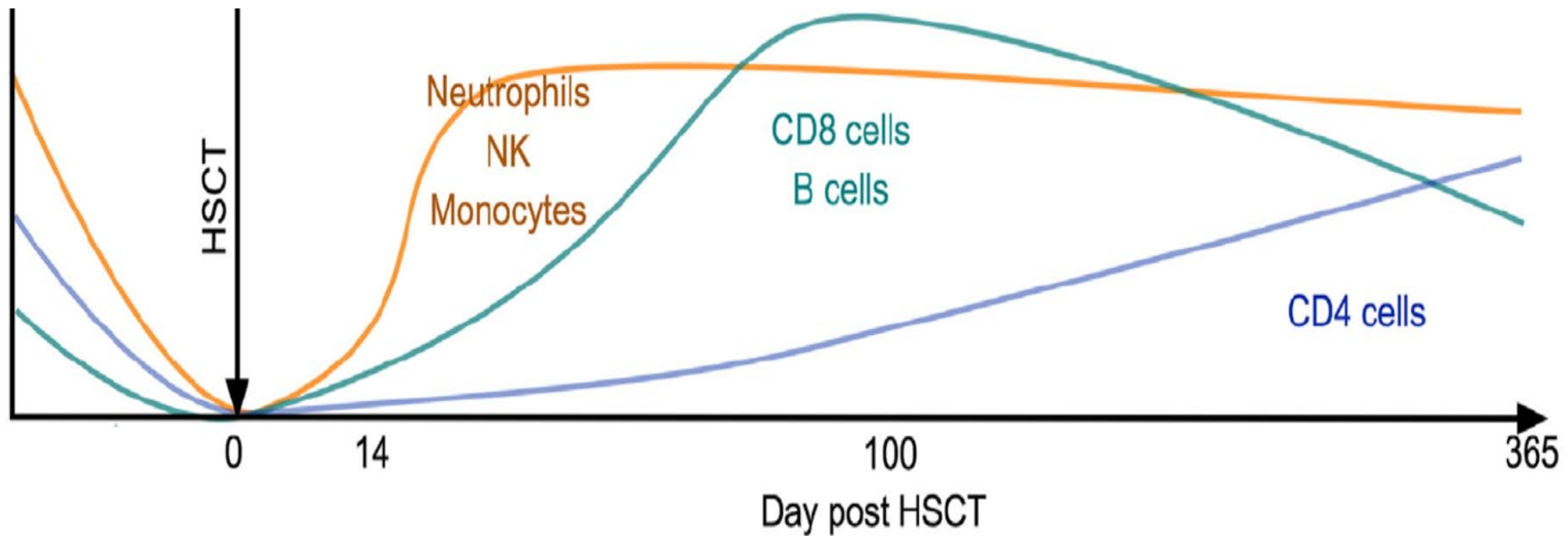
## 2. ENGRAFMENT del trasplante

- Una vez administradas en el paciente, las CPH se asientan en la médula ósea y las progenies comienzan a desarrollarse.
- Para los trasplantes alogénicos, a fin de determinar si las células circulantes en el paciente trasplantado son del paciente, del donante o de ambos, se realiza el

### ESTUDIO de QUIMERISMO post TCPH

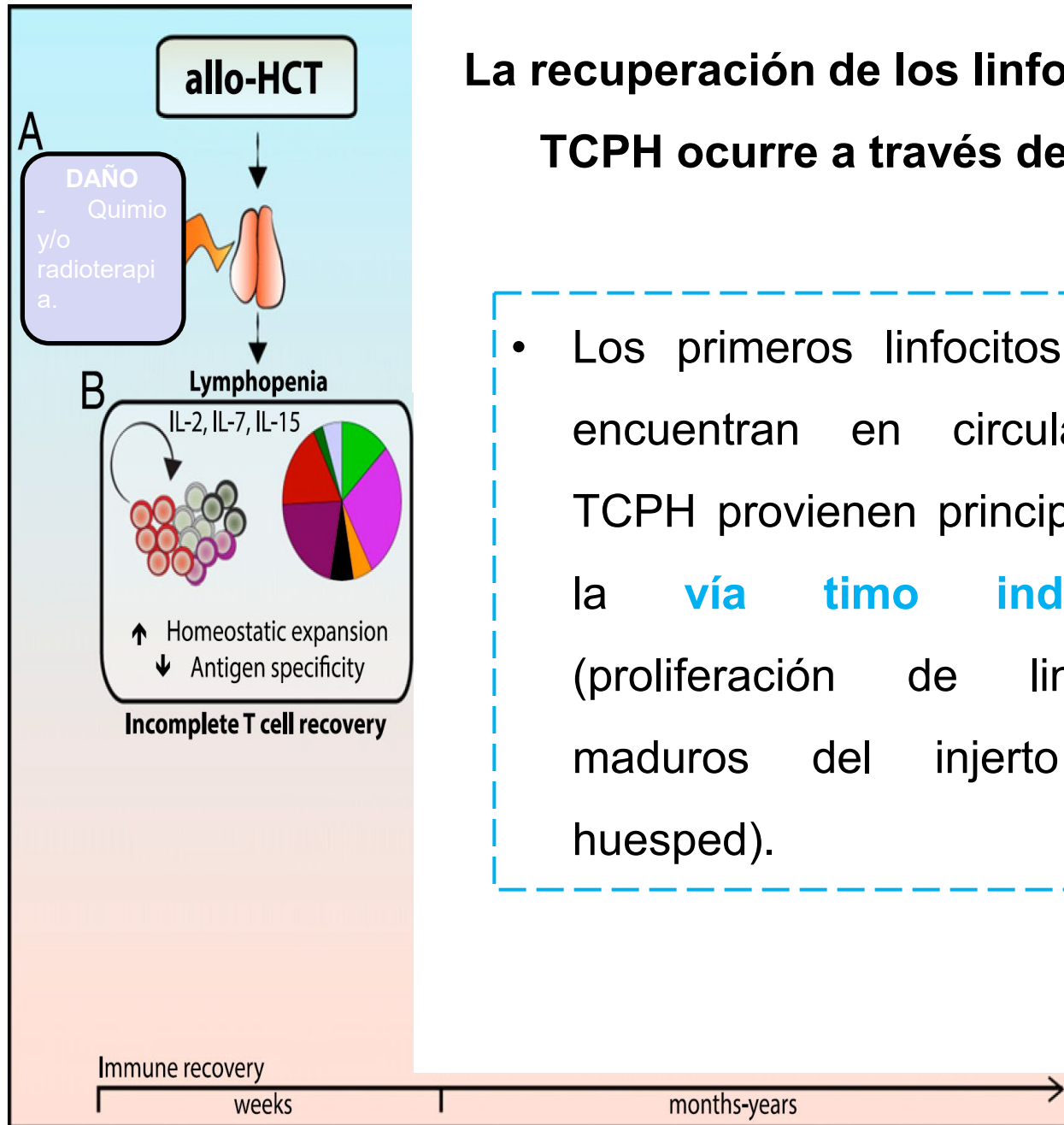
- ✓ El objetivo del estudio de quimerismo es detectar el origen (propio, del donante o mixto) de las células circulantes en una muestra de sangre periférica post trasplante del paciente.
- ✓ Se analizan regiones polimórficas del ADN.
- ✓ Se necesita una muestra del donante, una muestra pre-trasplante del paciente y la muestra de control de seguimiento post-trasplante.

- El éxito en el *engraftment* y la aparición de las distintas progenies dependen de numerosas variables entre las cuales se incluyen la edad del paciente, el tipo de trasplante (autólogo, alogénico, relacionado, no-relacionado), la fuente de CPH, el régimen de preacondicionamiento e inmunosupresión, entre otros.

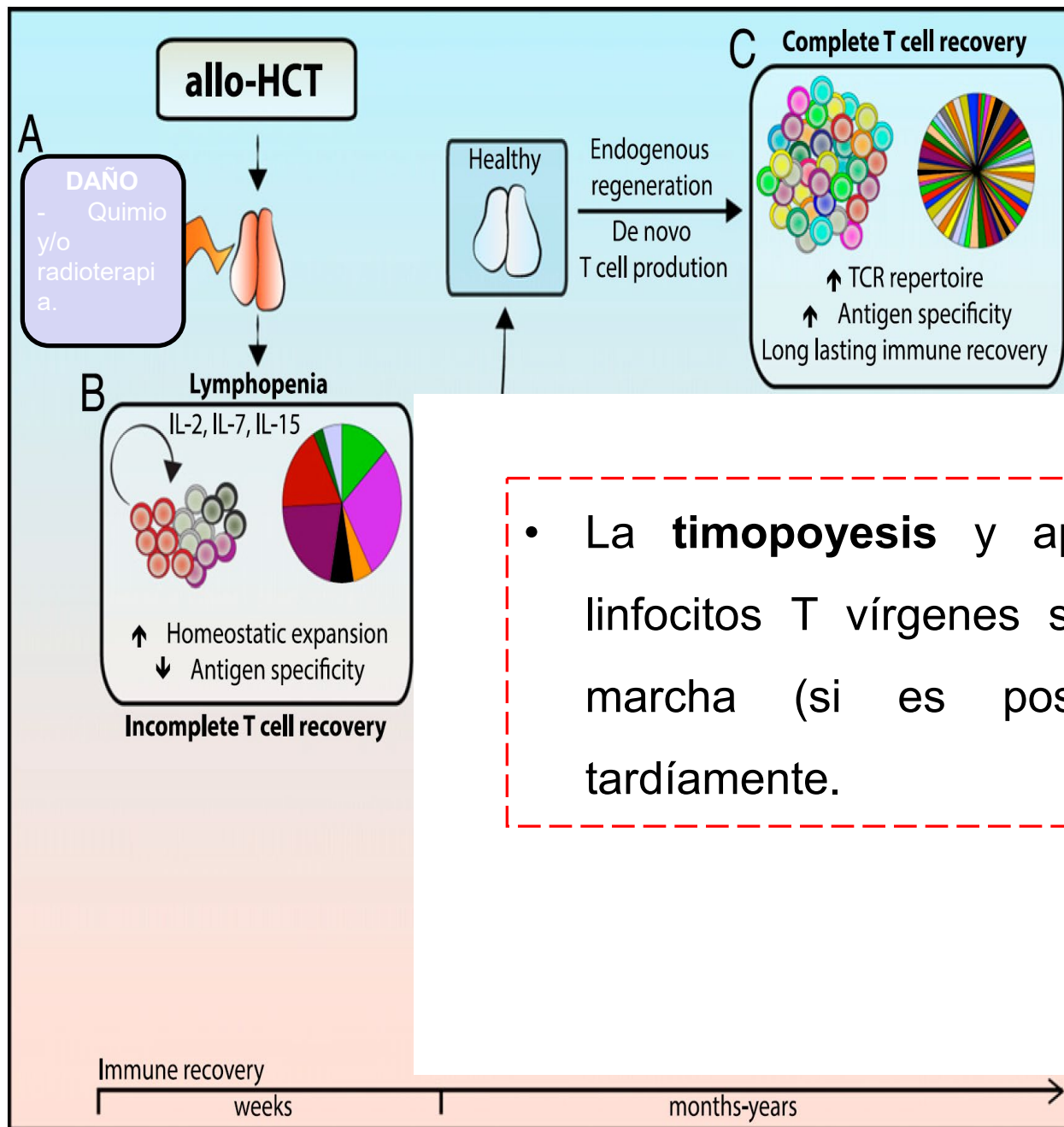


**¿Cómo es la recuperación de los  
linfocitos T post TCPH?**

## La recuperación de los linfocitos T post-TCPH ocurre a través de dos vías



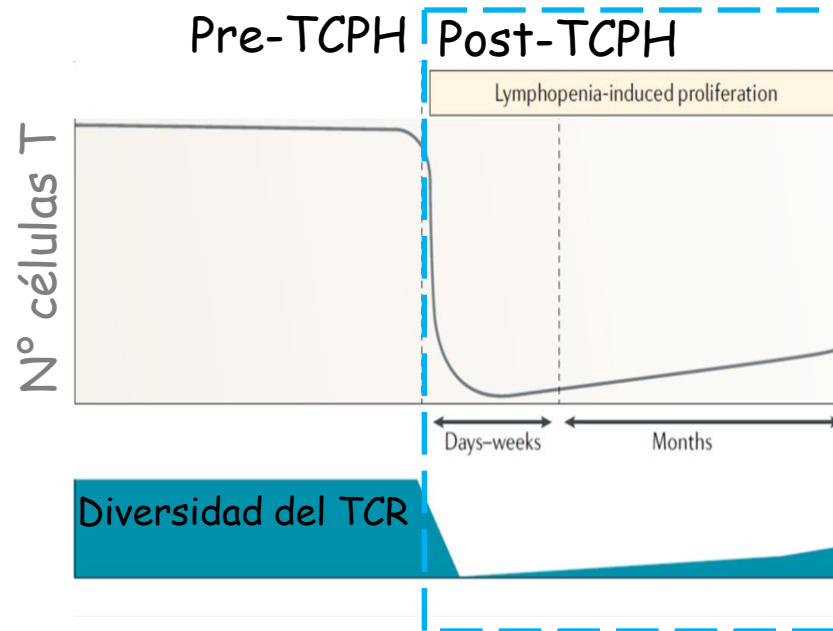
- Los primeros linfocitos T que se encuentran en circulación post TCPH provienen principalmente de la **vía timo independiente** (proliferación de linfocitos T maduros del injerto y/o del huesped).



- La **timopoyesis** y aparición de linfocitos T vírgenes se pone en marcha (si es posible) más tardíamente.

# Recuperación de los linfocitos T

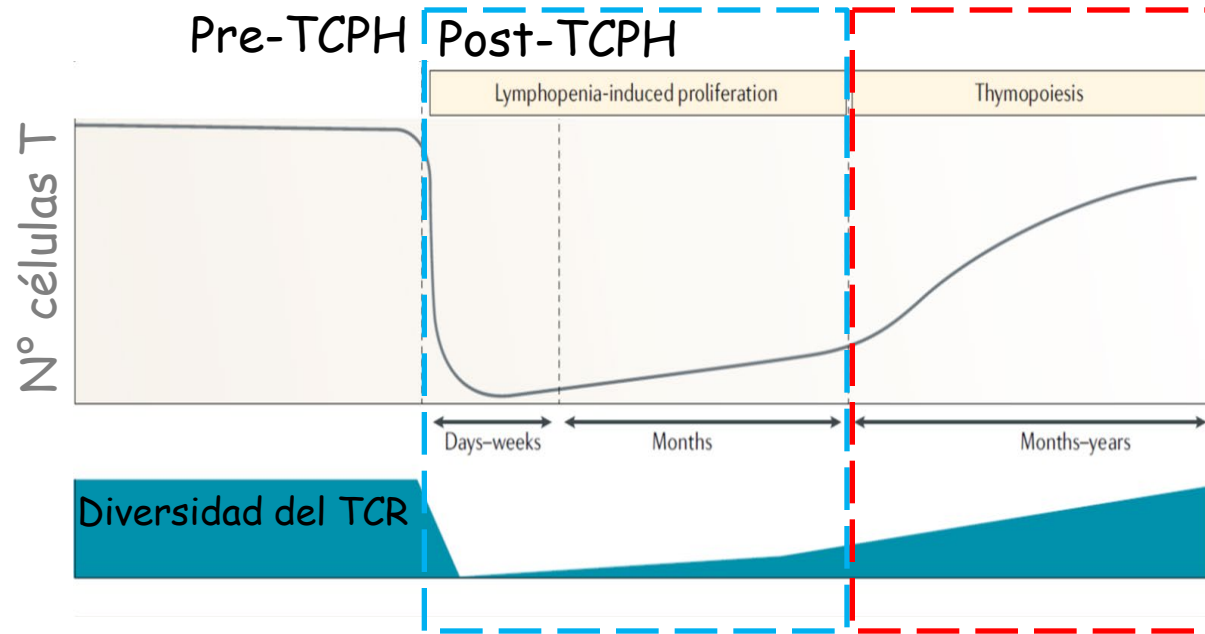
- Los primeros linfocitos T que se encuentran en circulación post TCPH provienen principalmente de la **vía timo independiente** (proliferación de linfocitos T maduros del injerto y/o del dador).



Modificado de [Nat Rev Immunol. 2018 ;18:363.](#)

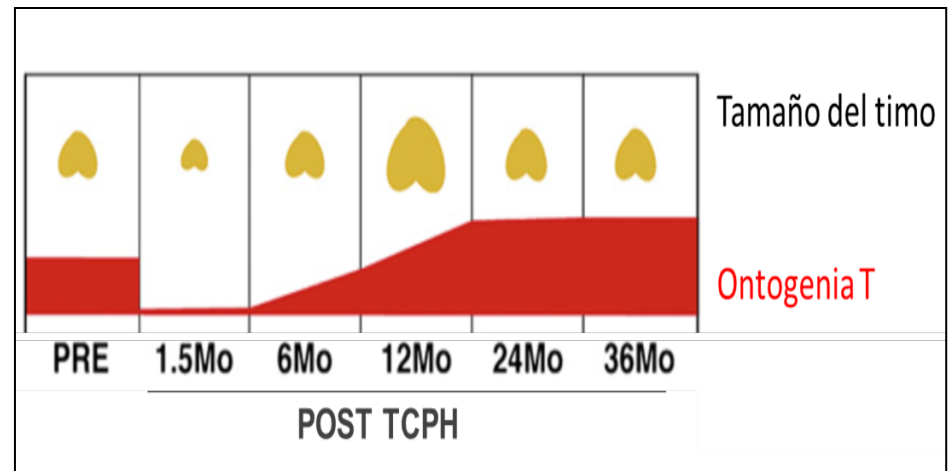
# Recuperación de los linfocitos T

- Los primeros linfocitos T que se encuentran en circulación post TCPH provienen principalmente de la **vía timo independiente** (proliferación de linfocitos T maduros del injerto y/o del dador).

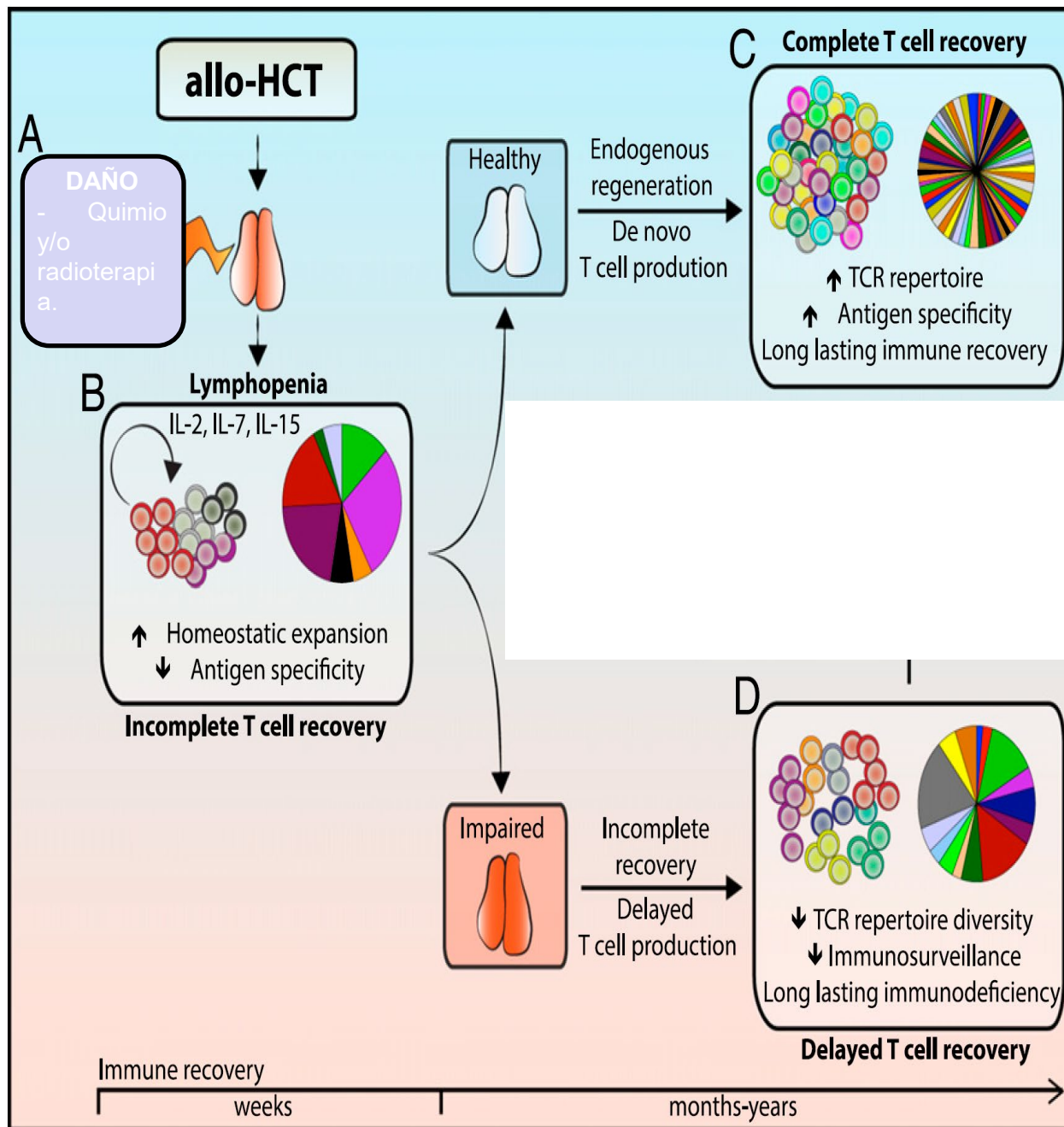


Modificado de [Nat Rev Immunol. 2018 ;18:363.](#)

- La **timopoyesis** y aparición de linfocitos T vírgenes se pone en marcha (si es posible) más tardíamente.

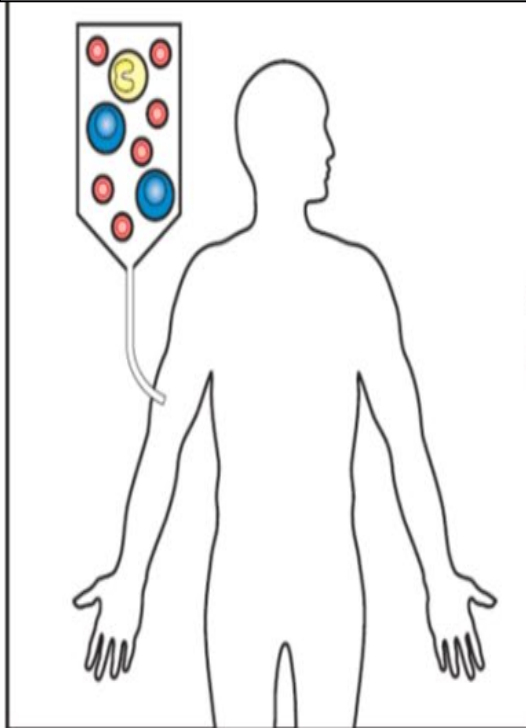


Modificado de [Biol Blood Marrow Transplant 16:S133-S137, 2010](#)

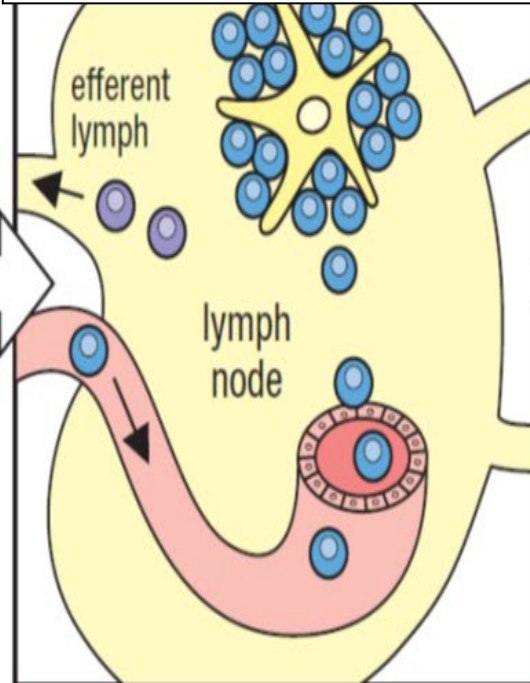


### 3. Enfermedad de Injerto Contra Huésped (EICH o GVHD)

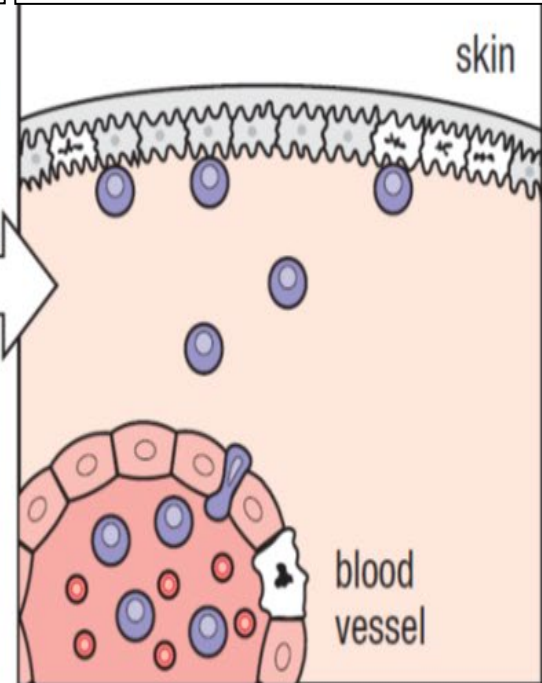
La enfermedad de injerto contra huésped se produce por la presencia de células T maduras y células T de memoria del donante presentes en el injerto.



Las células T aloreactivas del donante reconocen las moléculas HLA diferentes del receptor en los órganos linfáticos secundarios, se activan, proliferan y se diferencian a células T efectoras.



Los principales órganos del huésped que son dañados por las células T efectoras aloreactivas son la piel, el intestino y el hígado. También se daña el timo lo cual puede dificultar la timopoyesis.



**EICH Aguda:** Inflamación sistémica por citoquinas proinflamatorias, rash (piel), colestasis (hígado), diarrea (tracto gastrointestinal)

**EICH Crónica:** piel (esclerodema), pulmón (bronquiolitis obliterativa), articulaciones, hígado (colestasis), mucosas (Lichen planus)

## 4. Injerto Contra Leucemia (ICL o GVL)

- La presencia de linfocitos T maduros en el TCPH alogénico permite que estas células reconozcan aloantígenos en las células leucémicas residuales, eliminándolas.
- Este efecto es de crucial importancia a fin de erradicar la leucemia en el paciente trasplantado.
- Los linfocitos T vírgenes del dador post- timopoyesis son tolerantes para los aloantígenos y no pueden mediar el efecto de ICL.
- La infusión de linfocitos del dador (DLI por sus siglas en inglés) le ofrece al paciente linfocitos T del dador, capaces de reconocer los aloantígenos presentes en las células tumorales.

## 5. Pre-acondicionamiento del paciente y regímenes de inmunosupresión

- **Trasplante autólogo:**

Es precedido por altas dosis de quimio/radioterapia mieloablativas, ya que el acondicionamiento es la única herramienta anti-tumoral en este escenario.

- **Trasplante alogénico:**

- El pre-acondicionamiento puede ser **mieloablatoivo** o **no-mieloablatoivo**.
- Los esquemas inmunosupresores suelen inhibir a la calcineurina, impidiendo la activación de las células T.

Prevención de la EICH:

- Para los trasplantes no-relacionados, se pueden depletar las células T *in vitro* o *in vivo*, a fin de prevenir la EICH. Sin embargo, esto se asocia con menor *engraftment* y menor efecto ICL.
- Para los trasplantes haploidénticos, hoy en día se administra post trasplante ciclofosfamida a fin de eliminar *in vivo* a las células aloreactivas que proliferan activamente.

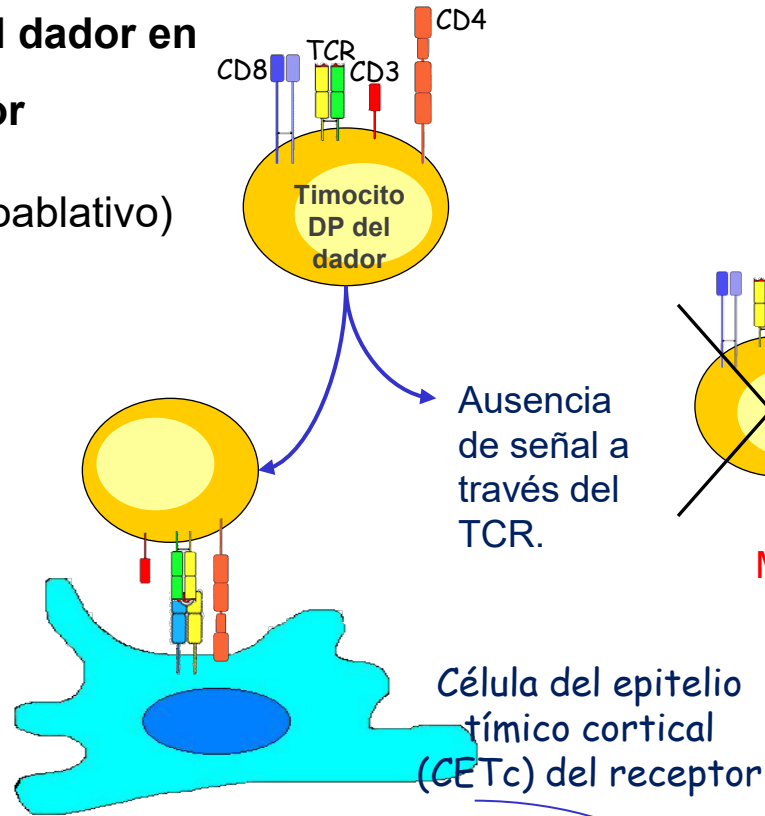
## 6. Infecciones en el paciente trasplantado

- Previo al *engraftment* las infecciones más prevalentes son las bacterianas.
- Una vez iniciada la recuperación hematopoyética se agrega el riesgo de infecciones virales y fúngicas.
- En los trasplante alogénicos donde se desarrolle EICH que se deba ser tratada con altas dosis de esteroides, estos riesgos pueden sostenerse más allá de los primeros 3 meses.

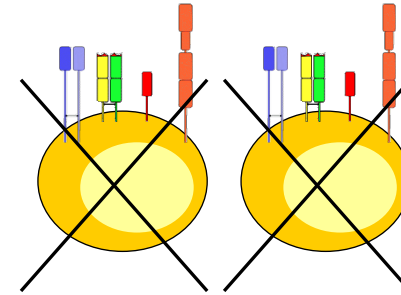
# Ontogenia de timocitos del dador en el timo del receptor

(pre-acondicionamiento mieloablativo)

**SELECCIÓN POSITIVA**

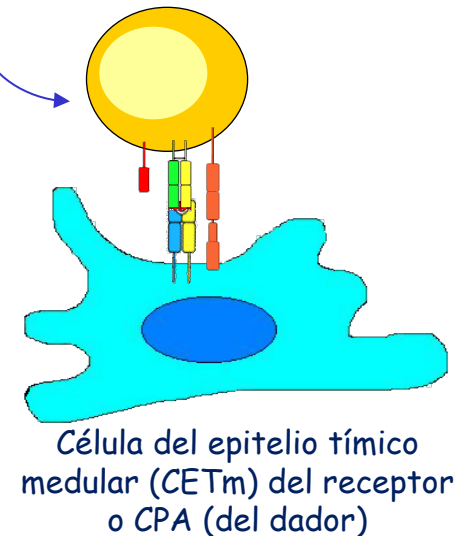


Ausencia de señal a través del TCR.



**MUERTE POR ABANDONO**

**SELECCIÓN NEGATIVA**



- Emigran del timo linfocitos T simples positivos del dador tolerantes a las diferencias en los alelos HLA del receptor.
- Aquellos pacientes que logran un buen *engraftment*, recuperan la timopoyesis y alcanzan quimerismo completo, con el correr de los meses pueden suspender la terapia inmunosupresora.

**Ser donante de CPH  
es un acto voluntario,  
libre,  
gratuito y  
solidario**



<https://www.incucai.gov.ar/index.php/institucional/lineamientos-estrategicos/20-lineas-de-accion/66-registro-nacional-de-donantes-de-cph>

## **El acto de donación de CPH consta de dos instancias: la inscripción y la donación.**

- 1. La inscripción** de los donantes se realiza en los Centros de Donación permanentes habilitados en los Servicios de Hemoterapia y Bancos de Sangre de todo el país.  
<https://www.argentina.gob.ar/donar-medula/donde>
2. Para inscribirse como donante hay que donar sangre normalmente (450 ml) y firmar un consentimiento informado que autoriza a estudiar el código genético (HLA) de las células.
3. La sangre es analizada para descartar enfermedades infectocontagiosas.
4. Los datos genéticos son confidenciales y anónimos, ingresan a la base de datos informatizada del Registro bajo código de barras.
5. Cuando un paciente necesita un trasplante de médula ósea y existe un inscripto con datos genéticos idénticos, el Registro lo llama para confirmar su decisión. Si el donante confirma su voluntad, el Registro coordina el encuentro con el equipo médico. La donación no es inmediata.
- 6. El equipo médico analiza el estado de salud del donante y el Registro le informa los pasos a seguir para donar sus células.**
- 7. Se realiza la extracción de células utilizando la técnica elegida por el donante.**
- 8. Las células extraídas son enviadas al lugar donde se encuentra el paciente y se realiza el trasplante que le permitirá seguir viviendo y reintegrarse sano a la sociedad.**

**¿Dónde se puede obtener más información sobre el tema?**

<https://www.argentina.gob.ar/donar-medula>

[www.marow.org](http://www.marow.org)

[www.fcarreras.es](http://www.fcarreras.es)

Gracias

---

# **Material a emplear en la discusión de problemas de la tutoría**