

# El sistema inmunitario del cerdo

## Conceptos generales y células del sistema inmunitario

**José María Sánchez Carvajal**

*DVM, MSc, PhD*

*Departamento de Anatomía y Anatomía Patológica Comparadas y Toxicología, Pathology and Immunology Group (UCO-PIG), Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba*



El **sistema inmunitario** se define como el conjunto de elementos y procesos biológicos que permiten mantener la homeostasis o equilibrio interno frente a agresiones externas o del propio organismo.

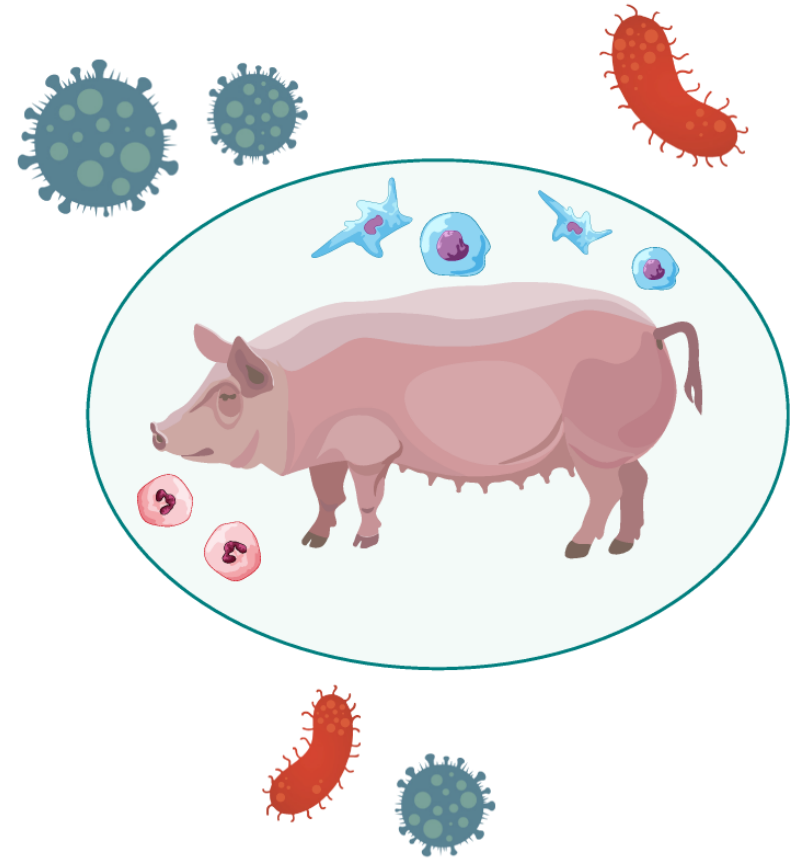
Todos estos mecanismos de defensa de los que dispone el sistema inmunitario y que se ponen en marcha frente a agentes patógenos se agrupan bajo el término de “**respuesta inmunitaria**”.

Hay dos tipos de respuesta inmunitaria:

▶ **Respuesta inmunitaria innata:**

es la primera línea de defensa del organismo contra infecciones y otros agentes dañinos. Es una respuesta rápida, inespecífica y no genera memoria inmunológica.

- ▶ **Respuesta inmunitaria adquirida** (también llamada adaptativa o específica): segunda línea de defensa del organismo que se caracteriza por ser altamente específica, generando memoria inmunológica, siendo mucho más efectiva en infecciones recurrentes.



El sistema inmunitario del cerdo cuenta con **numerosos tipos de células** que circulan por el organismo o que pueden residir en tejidos específicos.



Cada tipo de célula se encarga de desempeñar un papel específico y cuenta con **diferentes estrategias para reconocer microorganismos invasores, comunicarse con otras células y realizar sus funciones.**

Además de las células del sistema inmunitario, **las mucosas juegan un papel importante en el sistema inmune**, ya que son el principal punto de entrada de microorganismos patógenos. Por ello, existen **centros inmunitarios especializados localizados estratégicamente en las mucosas de los tejidos**, como la piel, el tracto respiratorio o la mucosa intestinal.

## Células del sistema inmunitario innato

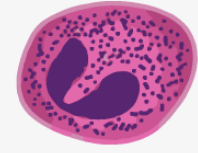
Las células involucradas en llevar a cabo la respuesta inmunitaria innata son aquellas que **no requieren de “entrenamiento” adicional para realizar su trabajo**. Estas células son:

- ▶ **Granulocitos:** Basófilos, Eosinófilos, Neutrófilos y Mastocitos
- ▶ **Monocitos**
- ▶ **Macrófagos**
- ▶ **Células**
- ▶ **Natural Killer (NK)**
- ▶ Un conjunto de proteínas conocidas como **Sistema del Complemento**
- ▶ **Células dendríticas**

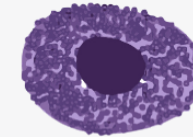
Todas ellas juegan un papel importante como **nexo de unión entre respuesta innata y adaptativa**.



**Basófilo**



**Eosinófilo**



**Mastocito**



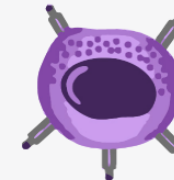
**Mancito**



**Neutrófilo**



**Macrófago**



**Natural Killer**

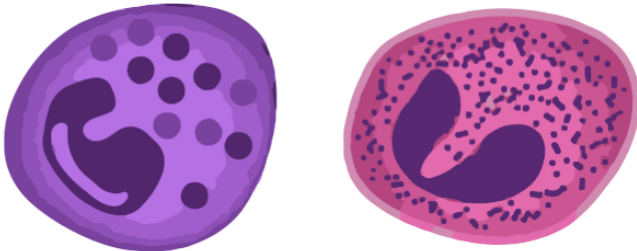


**Célula dendrítica**

Los **granulocitos** incluyen **basófilos, eosinófilos y neutrófilos**.

### Basófilos y Eosinófilos

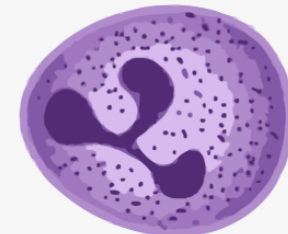
Los basófilos y eosinófilos son componentes clave del sistema inmunitario del cerdo, participando en la defensa frente a parásitos y en las reacciones alérgicas.



### Neutrófilos

Los neutrófilos, células inmunitarias innatas más numerosas en el organismo, se localizan principalmente en el torrente sanguíneo y son los **primeros leucocitos que alcanzan los puntos de inflamación aguda**.

- ▶ Primera línea de defensa frente a agentes bacterianos, tienen la **capacidad de fagocitar** y degradar estas bacterias en el interior de compartimentos repletos de enzimas denominados fagosomas.
- ▶ Liberan **citoquinas proinflamatorias** y factores antimicrobianos contenidos en sus gránulos, así como señales quimiotácticas que reclutan otras células inmunes al foco de infección.



## Monocitos

Los monocitos se encargan de vigilar y responder frente a invasores externos, encontrándose en el torrente sanguíneo y viajando hasta los tejidos donde se diferencian en macrófagos o células dendríticas.

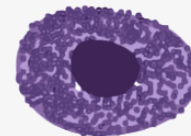
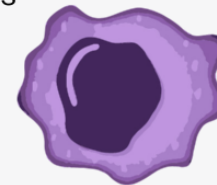
## Macrófagos

Los macrófagos son las **células especializadas en la fagocitosis, destrucción de bacterias y otros organismos dañinos.**

- ▶ Se encargan de ingerir y degradar bacterias, así como de la **presentación antigénica.**
- ▶ Desempeñan funciones inmunitarias esenciales, como el **reciclaje de células muertas**, en particular los glóbulos rojos, y la **eliminación de restos celulares.** Estas funciones se producen sin que se active una respuesta inmunitaria.

## Mastocitos

Los mastocitos juegan un papel importante en la **defensa frente a parásitos**, encontrándose en los tejidos y pudiendo mediar en las **reacciones alérgicas**, liberando sustancias químicas inflamatorias como la histamina.



Al activarse, los monocitos y los macrófagos coordinan una respuesta inmunitaria, notificando el problema a otras células inmunitarias.

## Células dendríticas

Las células dendríticas (DC) actúan como centinelas del sistema inmunitario, siendo la **célula presentadora de antígenos (APC)** más importante del organismo. Su función es clave como nexo de unión entre la inmunidad innata y adaptativa, desempeñando un papel esencial en la iniciación de la respuestas adaptativas.

Podemos distinguir entre dos tipos de células dendríticas clásicas:

- ▶ Células dendríticas tipo 1
- ▶ Células dendríticas tipo 2

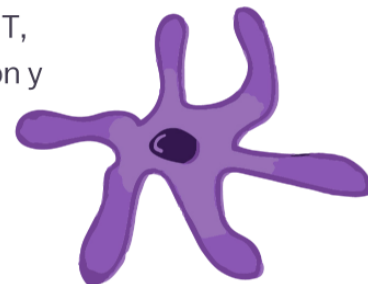
Los **antígenos** son moléculas de los organismos patógenos, células del hospedador y alérgenos que pueden ser reconocidos por las células inmunitarias adaptativas.

Procesan moléculas de gran tamaño para generar fragmentos más pequeños (antígenos) que pueden ser reconocidos por los linfocitos T y B. No obstante, los antígenos por sí solos no son suficientes para activar a los linfocitos T.

Estos antígenos deben presentarse mediante el **Complejo Mayor de Histocompatibilidad (MHC)** apropiado expresado en la APC.



El MHC actúa como un punto de control y asistencia, permitiendo que las APC muestren fragmentos peptídicos a los linfocitos T, facilitando así su activación y respuesta inmunitaria.

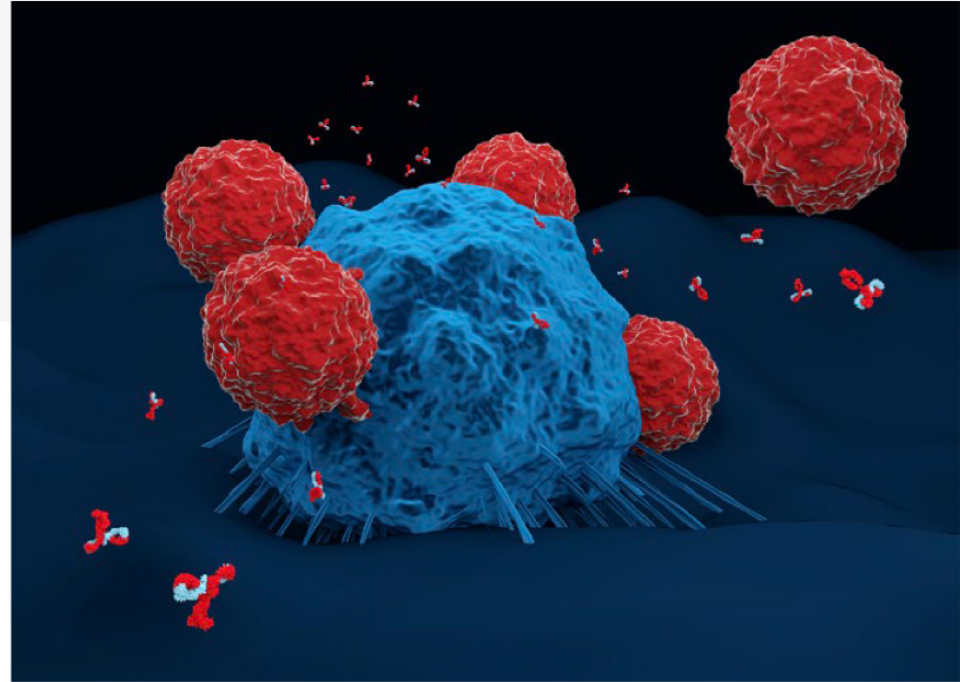


## Células del sistema inmunitario adaptativo

Las células que se encargan de las respuestas inmunitarias adaptativas son los **linfocitos T y B**. Requieren de “entrenamiento” previo para ser capaces de reconocer y luchar frente a **microorganismos invasores** y no atacar a las células del huésped.



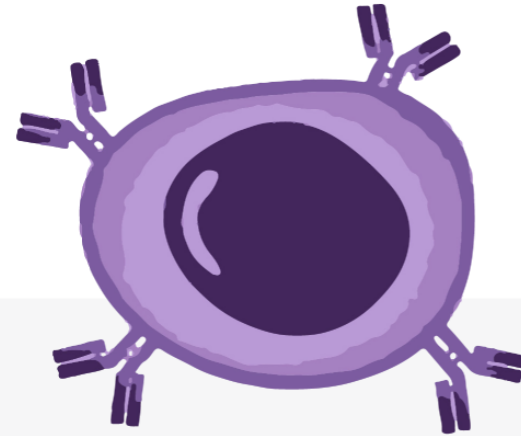
Las ventajas de las respuestas adaptativas son **su memoria inmunológica de larga duración, especificidad, y la capacidad de adaptación a nuevas reinfecciones.**



## Linfocitos B

Los linfocitos B son **esenciales en la respuesta humoral**, y cumplen dos funciones principales:

- ▶ Presentar antígenos a los linfocitos T.
- ▶ Producir inmunoglobulinas específicas (anticuerpos) para neutralizar agentes patógenos.



Los **anticuerpos recubren la superficie de los patógenos**, cumpliendo tres funciones principales:

### Neutralización

La neutralización se produce cuando el patógeno, al estar recubierto de anticuerpos, es **incapaz de unirse e infectar a las células del hospedador.**

### Opsonización

En la opsonización, el patógeno unido a los anticuerpos sirve como señal que atrae a neutrófilos y los macrófagos, para que fagociten el patógeno.

### Activación del complemento

El complemento consiste en un proceso de **destrucción directa o lisis de las bacterias.**

Cada **anticuerpo** es único, pero se agrupan en **categorías** generales y sus funciones pueden solaparse:

**IgM** Es el primer anticuerpo que se genera durante la respuesta humoral, siendo clave para la activación del complemento.

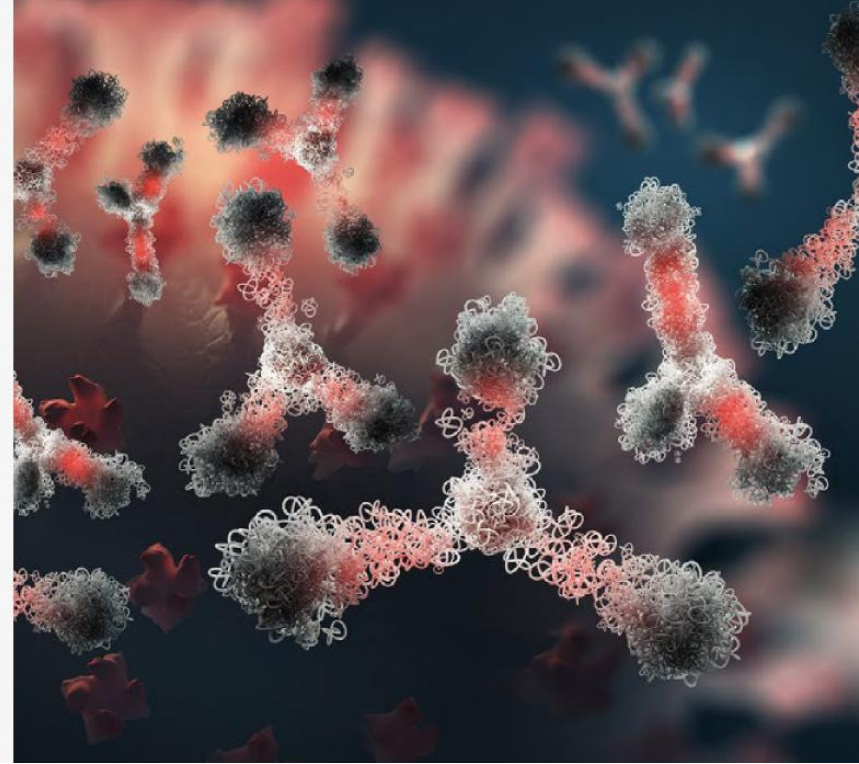
**IgG** Es importante para la neutralización, la opsonización y la activación del complemento, y se produce durante una etapa más tardía de la infección. Atraviesa la placenta, transmitiendo la inmunidad de la madre al feto.

**IgA** Principal anticuerpo presente en las mucosas, donde es esencial para neutralizar patógenos y toxinas.

**IgE** Es necesaria para activar los mastocitos y basófilos en las respuestas parasitarias, especialmente frente a helmintos, y en reacciones alérgicas.

**IgD** Participa en la activación de los basófilos.

*\*Ig es la abreviatura de inmunoglobulina, término alternativo para referirse a los anticuerpos.*

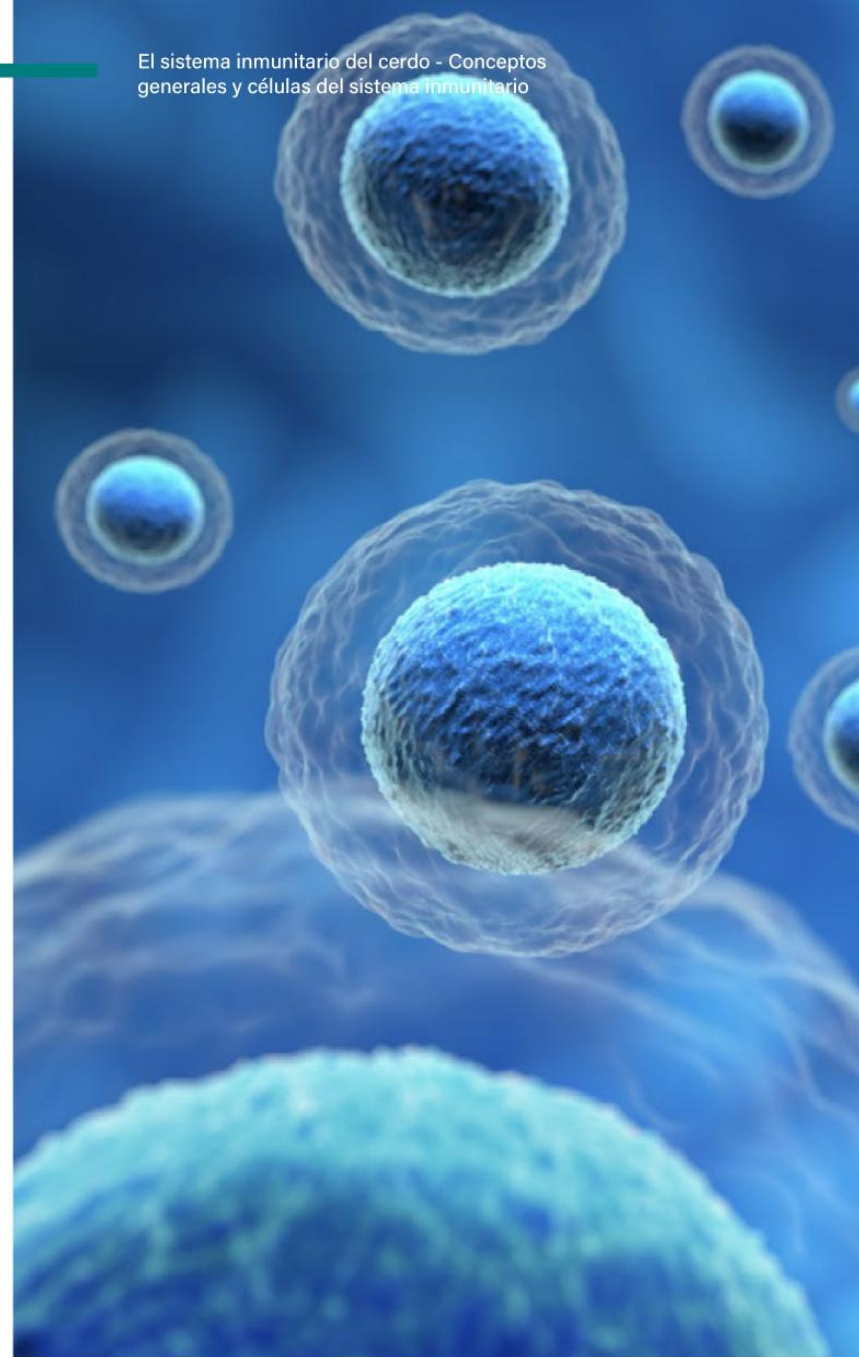
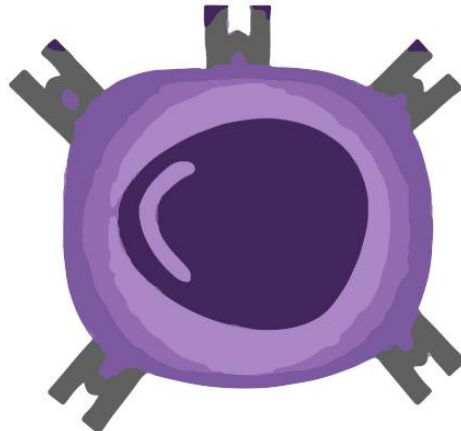


## Linfocitos T

Los linfocitos T tienen una amplia variedad de funciones, entre ellas la de **eliminar células infectadas y activar o reclutar otras células inmunitarias**.

En función de la proteína que presenten en su superficie celular, se clasifican en dos grandes categorías:

- ▶ **Linfocitos T CD4+**
- ▶ **Linfocitos T CD8+**



## Linfocitos T CD4+

Las principales **subpoblaciones de linfocitos T CD4+** son **Th1, Th2, Th17 y Treg**, (“Th” se refiere a “linfocito T helper”).

- ▶ Los **linfocitos Th1** son fundamentales para coordinar las respuestas inmunitarias frente a **patógenos intracelulares**, como virus y algunas bacterias, y juegan un papel importante en la activación de la fagocitosis por parte de los macrófagos mediante la **producción de IFN- $\gamma$ , TNF** y otras citoquinas.
- ▶ Las **células Th2** son esenciales para coordinar las respuesta inmunitarias frente a **patógenos extracelulares grandes**, como los helmintos (gusanos parásitos) mediante la producción de **interleuquina 4 (IL-4), IL-5 e IL-13** que favorecen la proliferación de linfocitos granulocitos y mastocitos.
- ▶ Las **células Th17** reciben su nombre por su capacidad de producir IL-17 y son importantes en la defensa frente a **bacterias extracelulares y hongos** mediante el reclutamiento y activación de neutrófilos.
- ▶ Los **linfocitos T reguladores (Tregs)**, como indica su nombre, controlan o suprimen la actividad de otras células del sistema inmunitario, regulando la respuesta de estas frente a antígenos propios o externos.



Mantienen la homeostasis del sistema inmunitario y la tolerancia inmunitaria, es decir, **previenen las respuestas inmunitarias contra las propias células y antígenos del organismo.**

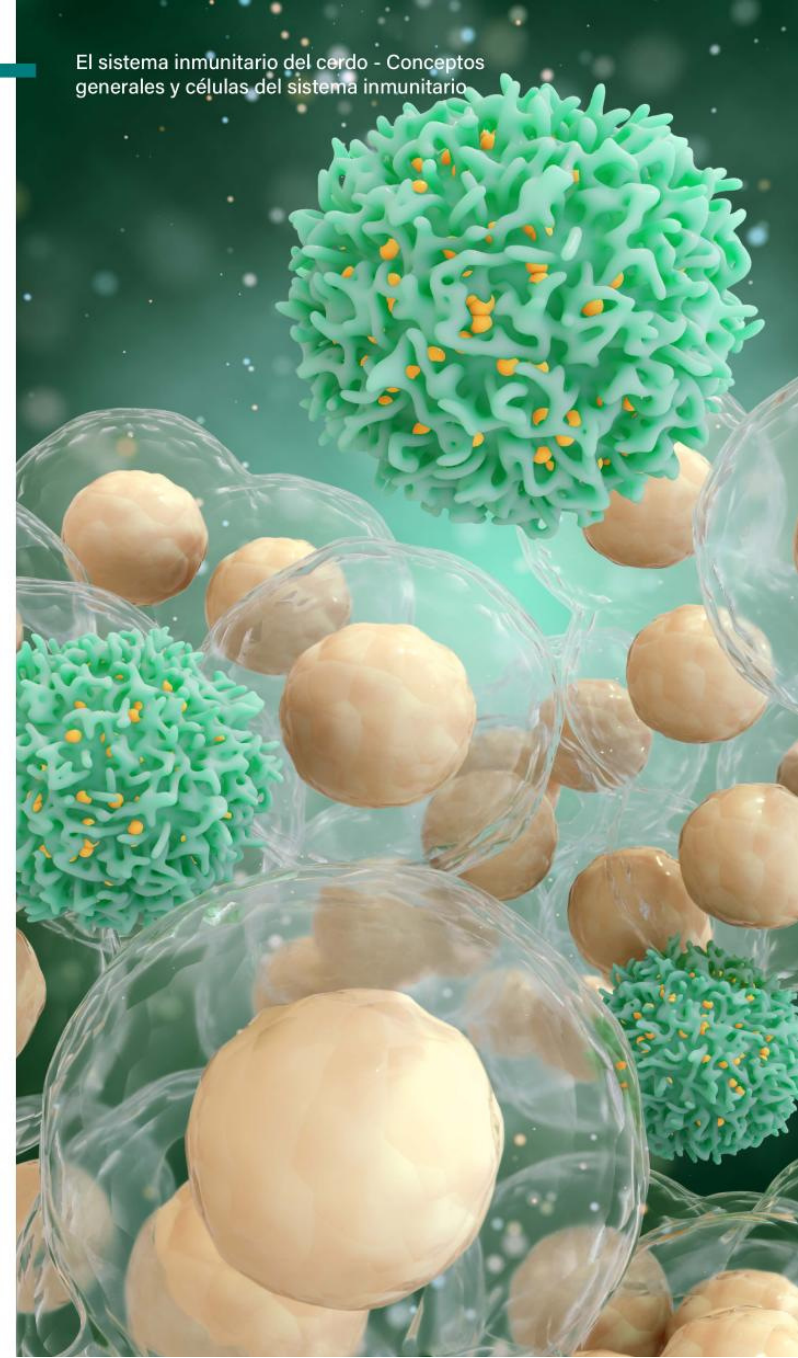
## Linfocitos T CD8+

Los linfocitos T CD8+ también se denominan **células T citotóxicas o linfocitos citotóxicos (CTL)**.



Son cruciales para **reconocer y eliminar las células infectadas por bacterias intracelulares o virus**, pero también, para la **vigilancia frente a células tumorales**.

Los CTL secretan citoquinas, como **TNF- $\alpha$  e IFN- $\gamma$** , con efectos antitumorales y antimicrobianos. Además, producen y liberan **gránulos citotóxicos**, similares a los de las células NK, que contienen **perforinas y granzimas** que perforan las células infectadas, bloquean proteínas virales e inducen apoptosis, un proceso de muerte celular programada.



**¡Muchas gracias!**



**Grupo de Comunicación Agrinews S.L.**

*Avinguda de Jaume Recoder, 17, 08301  
Mataró, Barcelona (España)*

*[info@grupoagrinews.com](mailto:info@grupoagrinews.com)*

*Tel: +34 93 115 44 15*