



# Anatomía y fisiología de la glándula mamaria y Relaciones endocrinas entre la lactación y la reproducción

ALEJANDRO DANIEL ALVAREZ VAZQUEZ , JARED ABDIEL SANTOS OSORIO

# Introducción

- ① La GM es una glándula cutánea de tipo exócrino cuya forma más avanzada se encuentra en los mamíferos placentarios.
- ② Su unidad funcional es el alvéolo mamario y allí se produce el producto de secreción de la GM: la leche.
- ③ Su función principal es aportar protección y nutrientes (calostro/leche) al recién nacido hasta que éste pueda ingerir alimento sólido.
- ④ La lactación es la fase final del ciclo reproductivo de los mamíferos.

# Anatomía de la glándula mamaria

## Externa:

- Número
- Ubicación

## Interna:

- Estructura de soporte
- Sistema colector de la leche
- Sistema secretor de la leche
- Irrigación e inervación

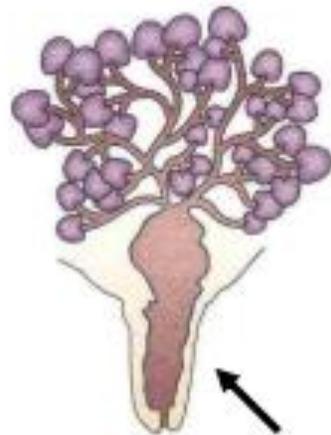
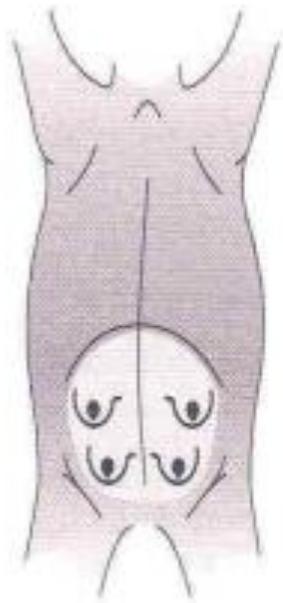
## Número y ubicación de GM en especies de interés productivo

Especie	Nº de GM	Torácicas	Abdominales	Inguinales
Bovino 	4	-----	-----	4
Ovino 	2	-----	-----	2
Caprino 	2	-----	-----	2
Suino 	12	4	6	2

Al conjunto de glándulas y pezones de los animales domésticos se los denomina UBRE

# VACA

INGUINAL



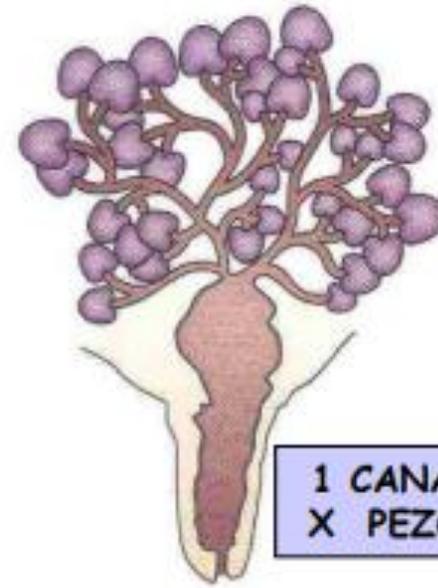
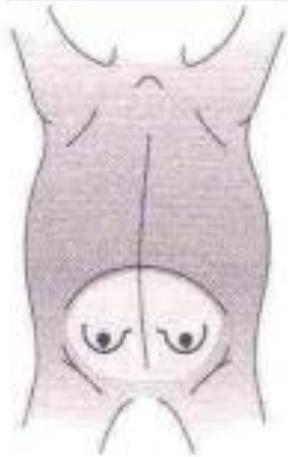
1 canal  
por pezón



OVEJA

CABRA

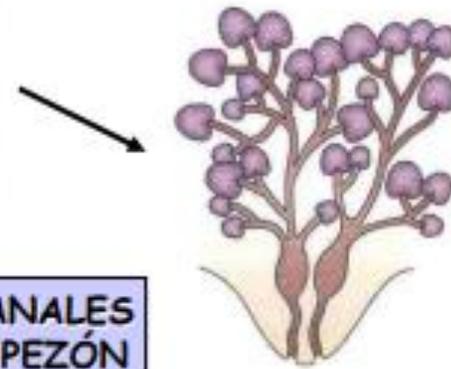
INGUINAL



1 CANAL  
X PEZÓN

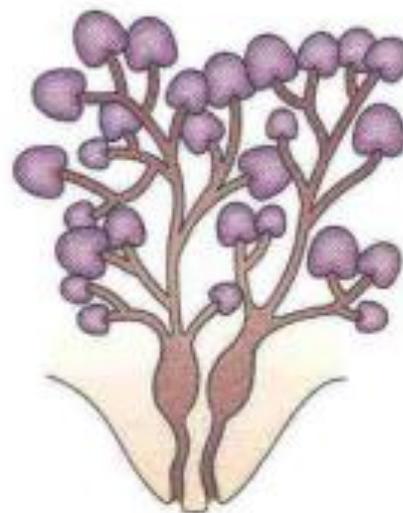
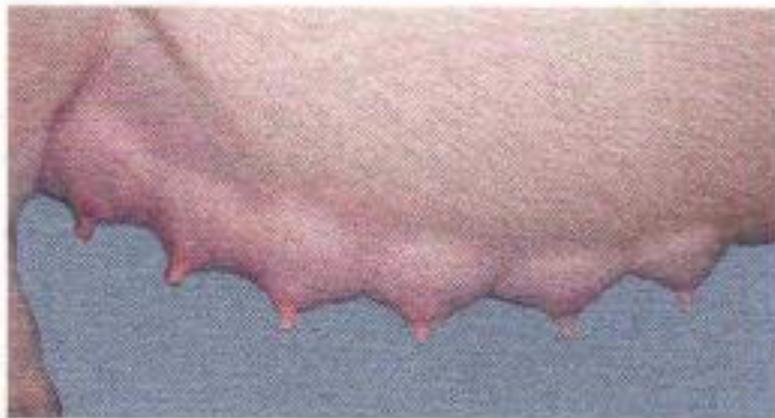
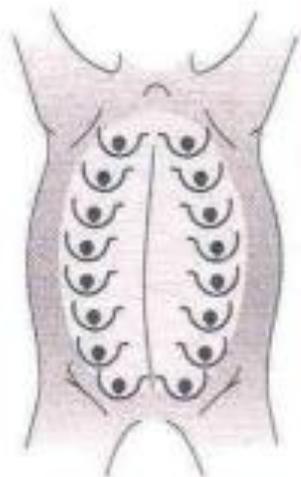


YEGUA



2 CANALES  
X PEZÓN

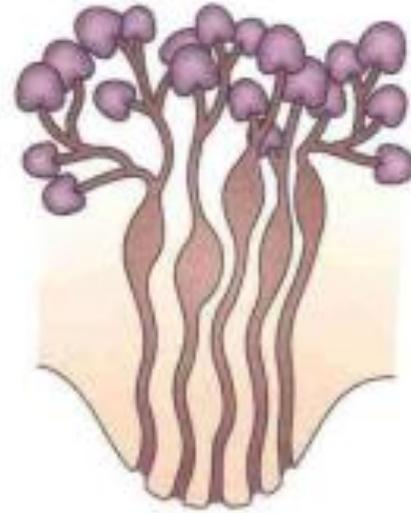
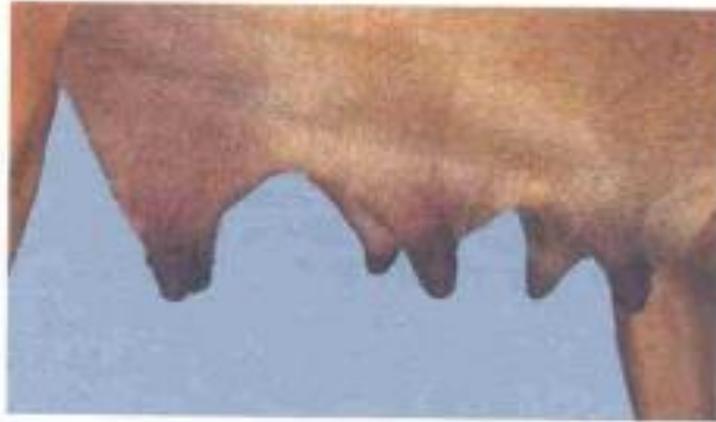
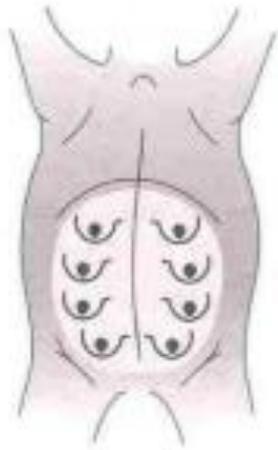
# CERDA



2 o 3 canales  
por pezón



# PERRAS Y GATAS



5 a 6 canales  
por pezón

# Anatomía de la glándula mamaria (bovinos)

La ubre de una vaca está formada por 2 mitades, cada mitad tiene 2 glándulas. A cada glándula por separado se le llama "cuarto".

Los cuartos están divididos por tejido conectivo y cada uno tiene un sistema colector de leche por separado.

## Estructura interna:

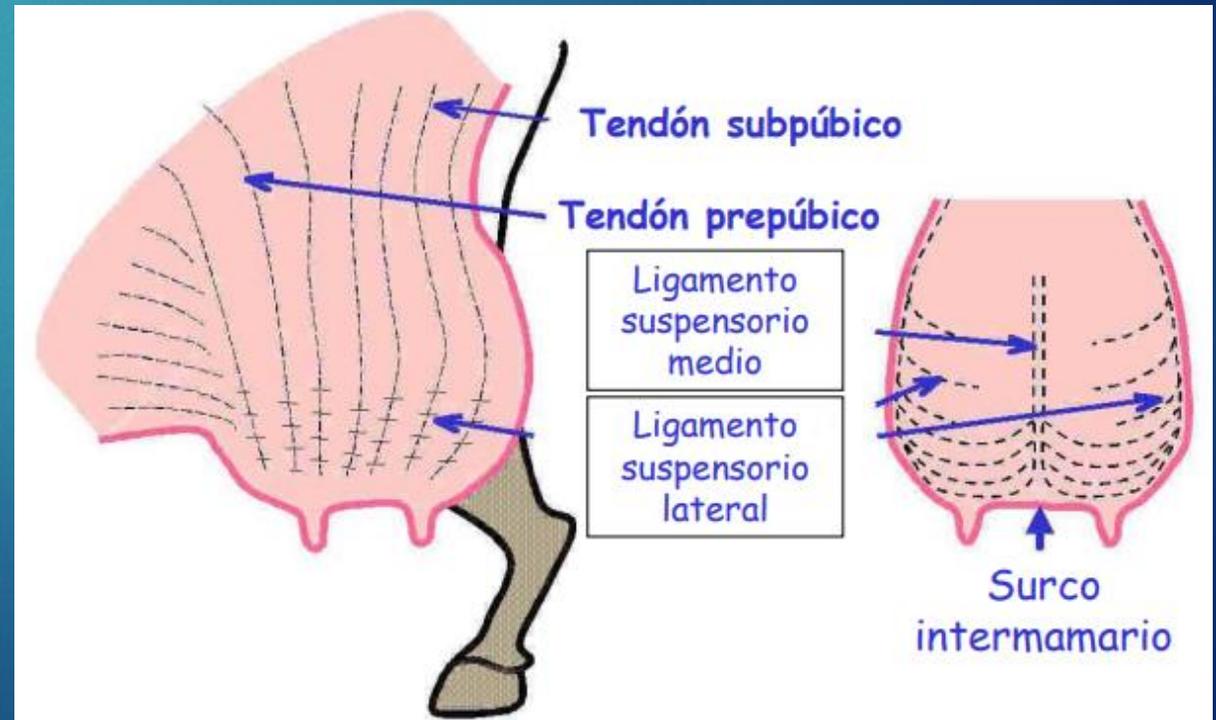
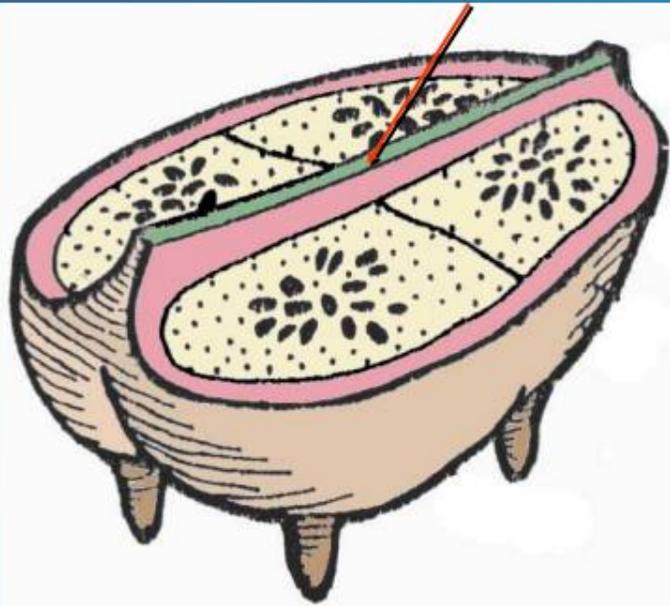
- Estructura de soporte
- Sistema colector de la leche
- Sistema secretor de la leche
- Irrigación e inervación



## Estructura de soporte

- **Ligamento suspensorio medio** (elástico)
- Ligamentos **suspensores laterales** (fibrosos)

LIGAMENTO SUSPENSORIO MEDIO

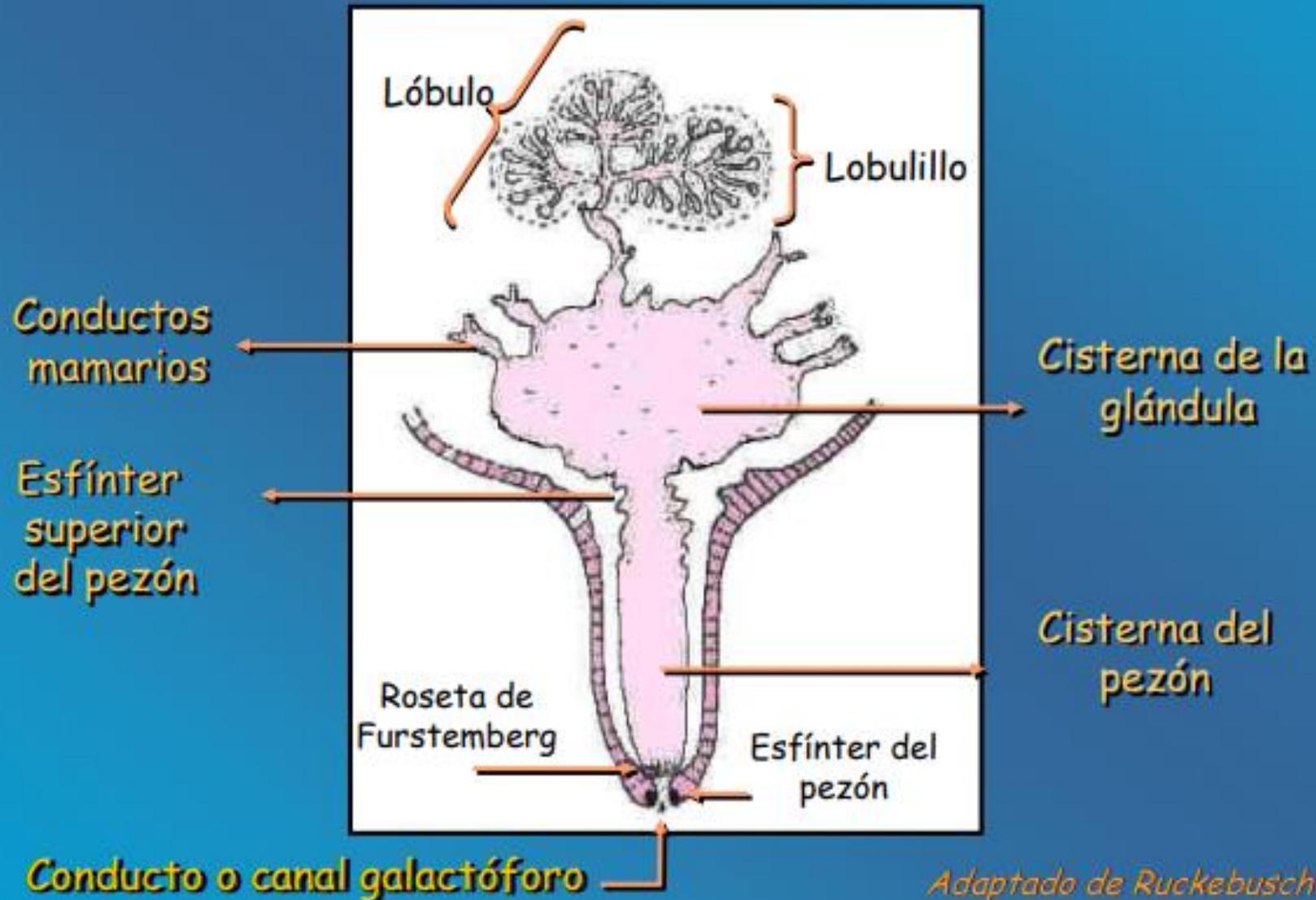


Vaca



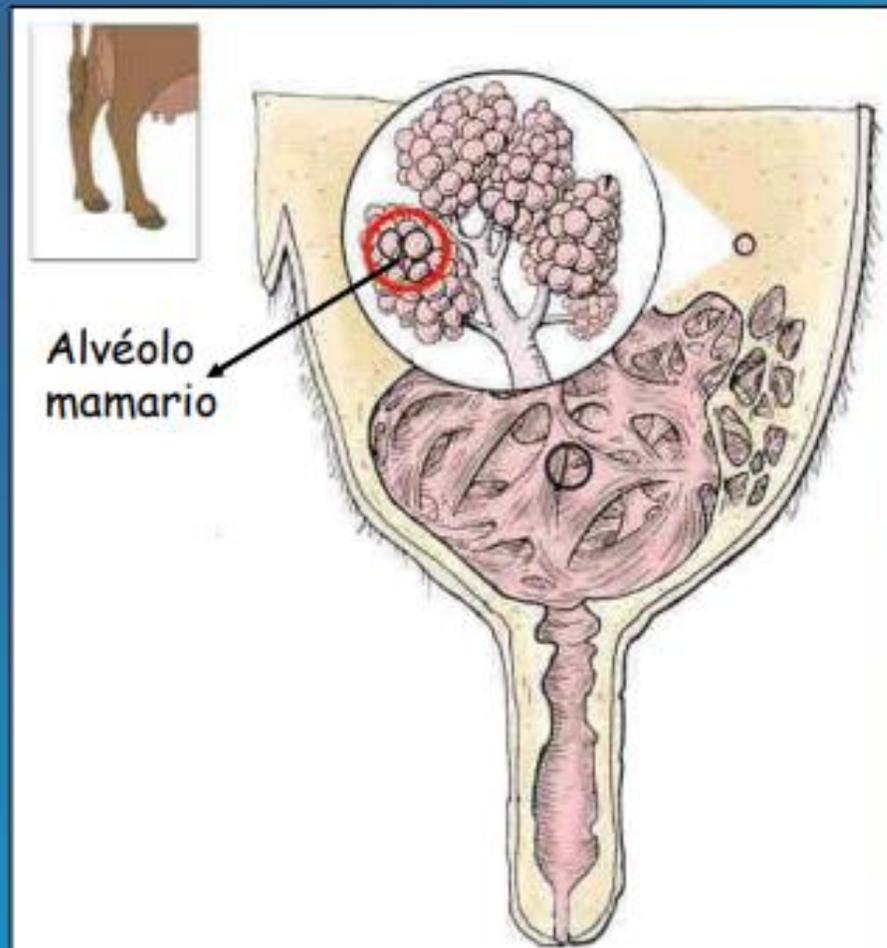
Cabra

# Sistema colector de la leche

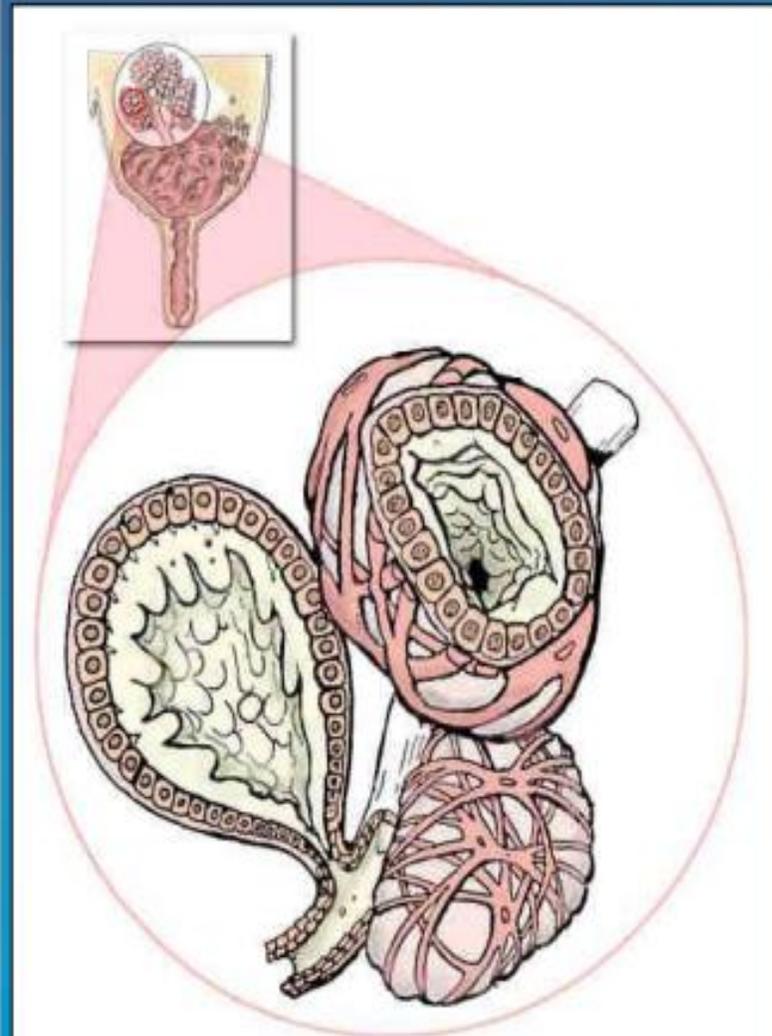


*Adaptado de Ruckebusch*

## Sistema colector de la leche



## Sistema secretor de la leche



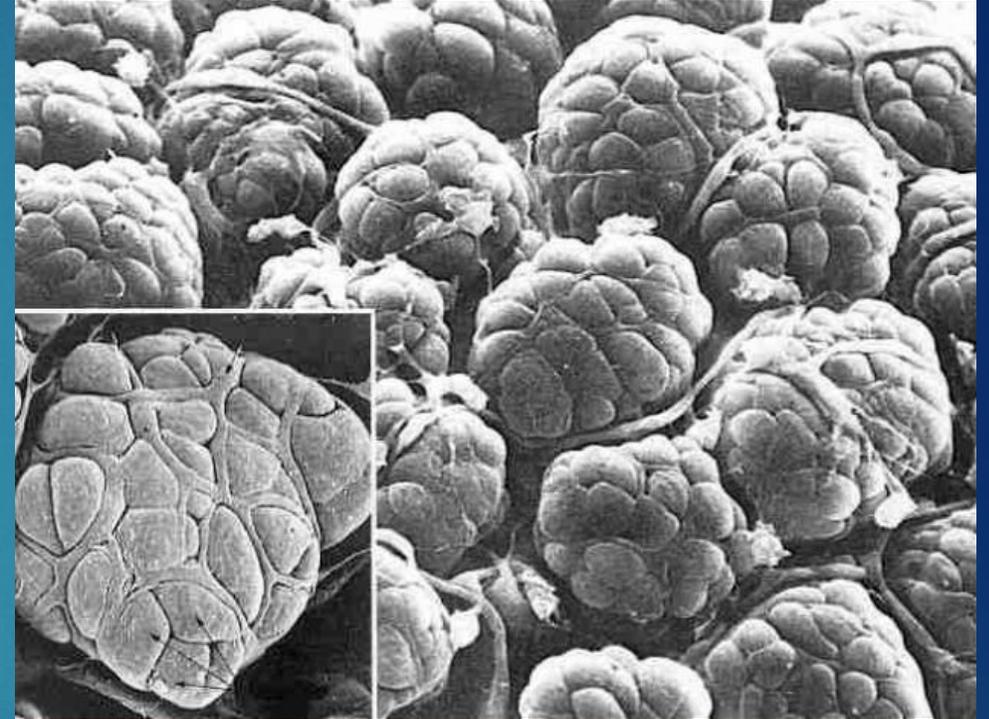
El sector secretor está compuesto por los alvéolos y por el epitelio de las paredes de los conductillos

El alvéolo está formado por:

- células epiteliales (alveolares)
- células mioepiteliales

## Las células mioepiteliales:

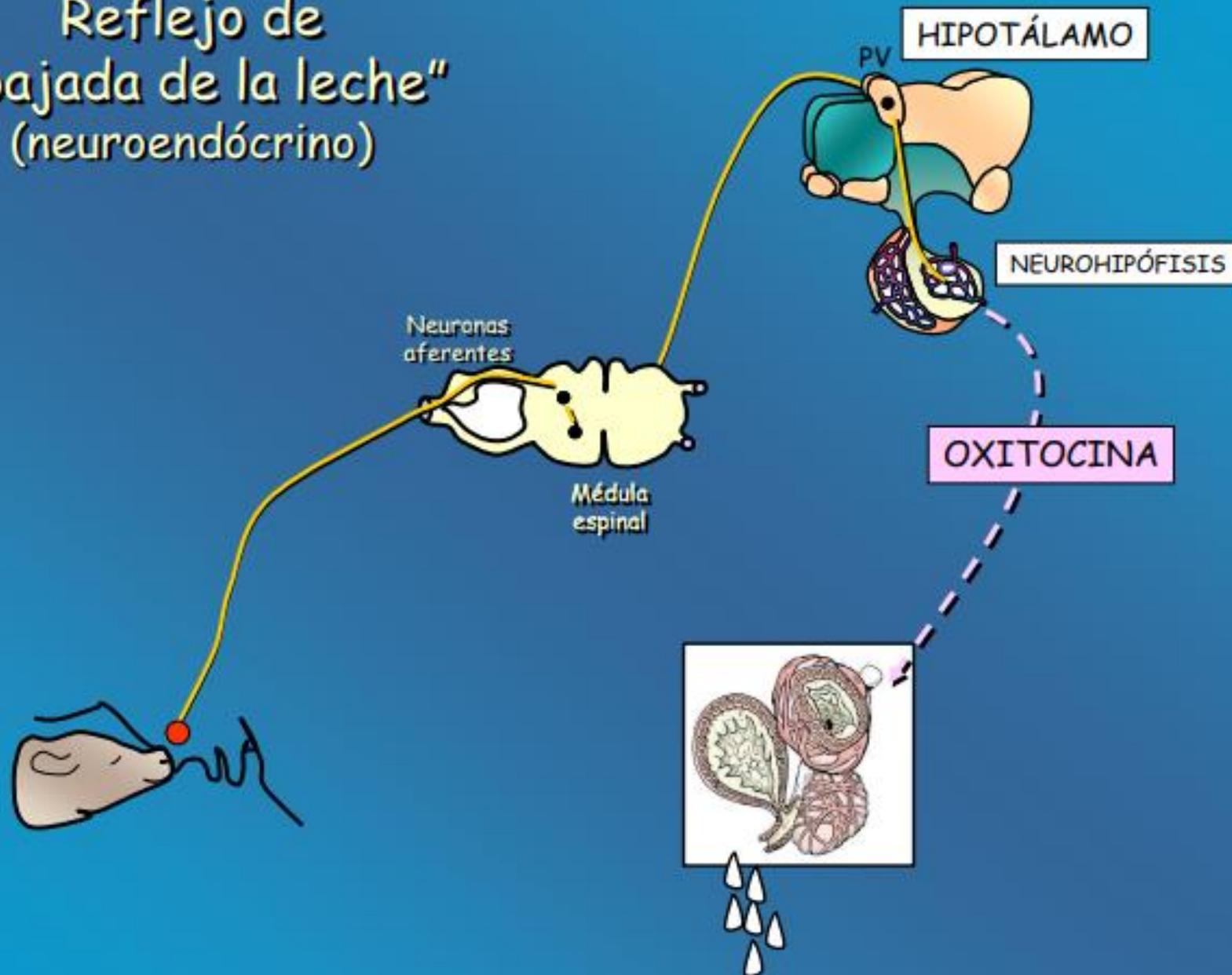
- Rodean a los alvéolos mamarios
- Poseen receptores para oxitocina
- Bajo la acción de la oxitocina se contraen apretando el alvéolo, por lo cual la luz del mismo se reduce y la leche almacenada sale hacia los conductillos



El 80 % de la leche almacenada en la GM se encuentra en los alvéolos y conductillos aveolares

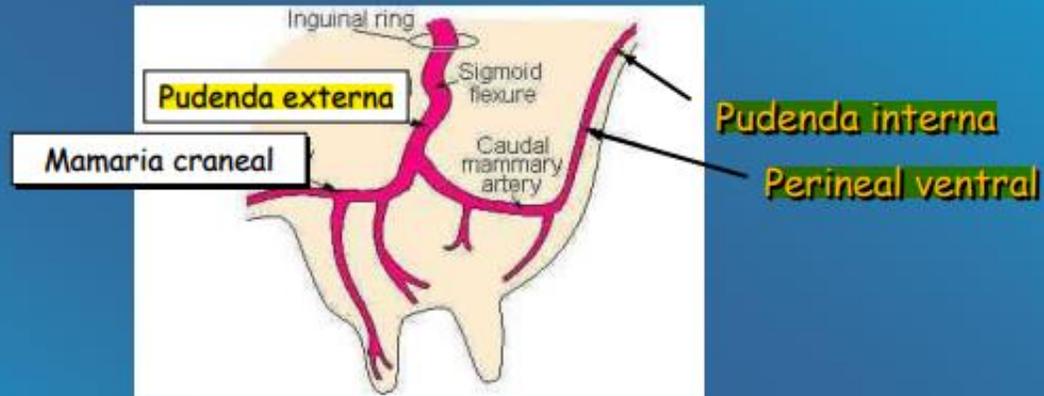
El 20% restante se encuentra en las cisternas de la glándula y pezón

# Reflejo de "bajada de la leche" (neuroendócrino)

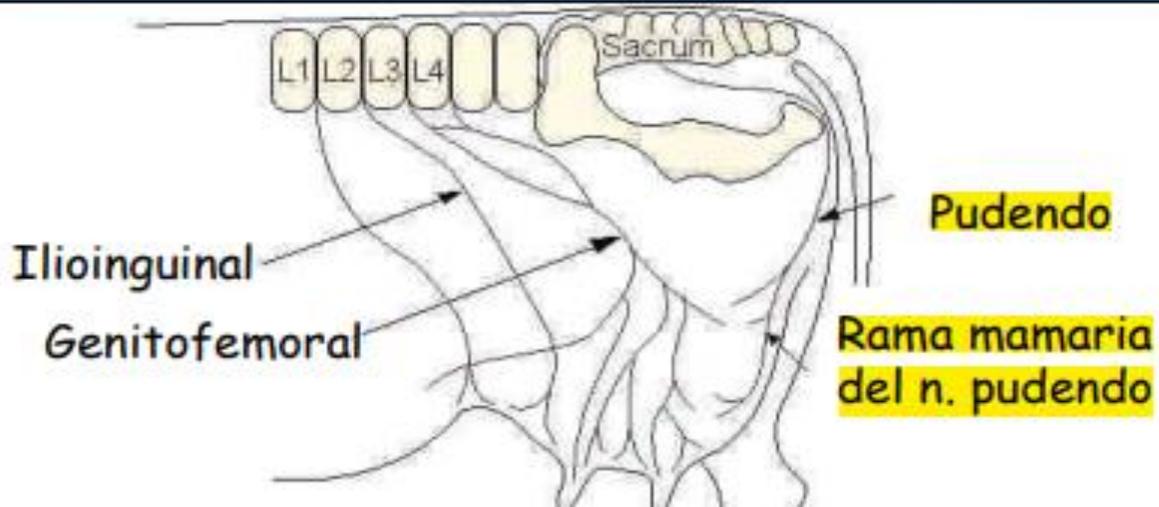


# Irrigación e inervación

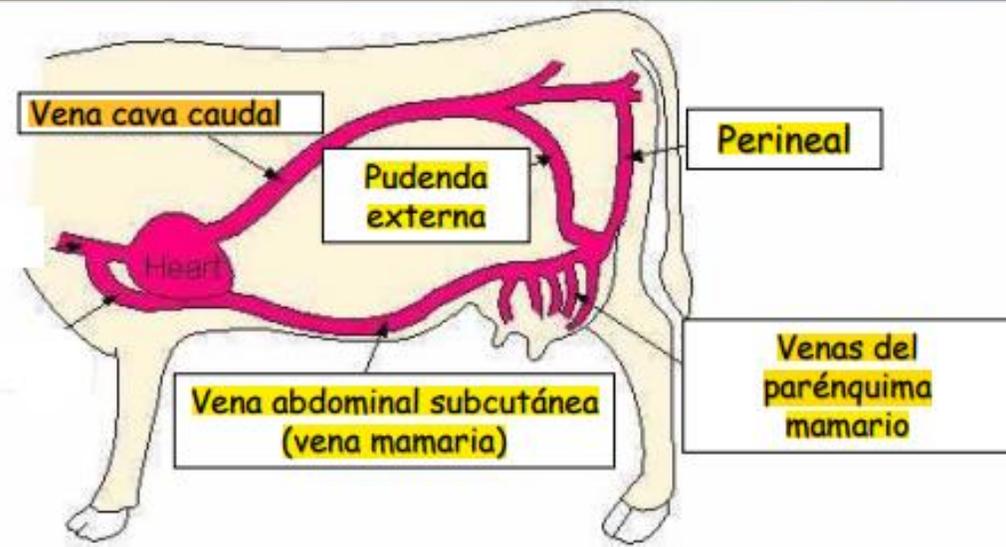
## ARTERIAS



## NERVIOS



## VENAS



# Relaciones endocrinas entre la lactación y la reproducción



- Desarrollo de la *GM*: Mamogénesis
- Fase secretora de la *GM*: Lactogénesis
- Mantenimiento de la lactación: Galactopoyesis
- Cese de la actividad secretora: Secado
- Composición de la leche y calostro

# MAMOGÉNESIS

## 1. Prenatal (intrauterino)

Comienza a los 35 días de vida embrionaria

Finaliza con pezones y cisternas glandulares bien diferenciadas, pero poco desarrollo de los conductos principales.

Escasa diferencia entre machos y hembras

## 2. Postnatal a puberal

Poco desarrollo

Crecimiento paralelo al del resto del cuerpo  
(isométrico)



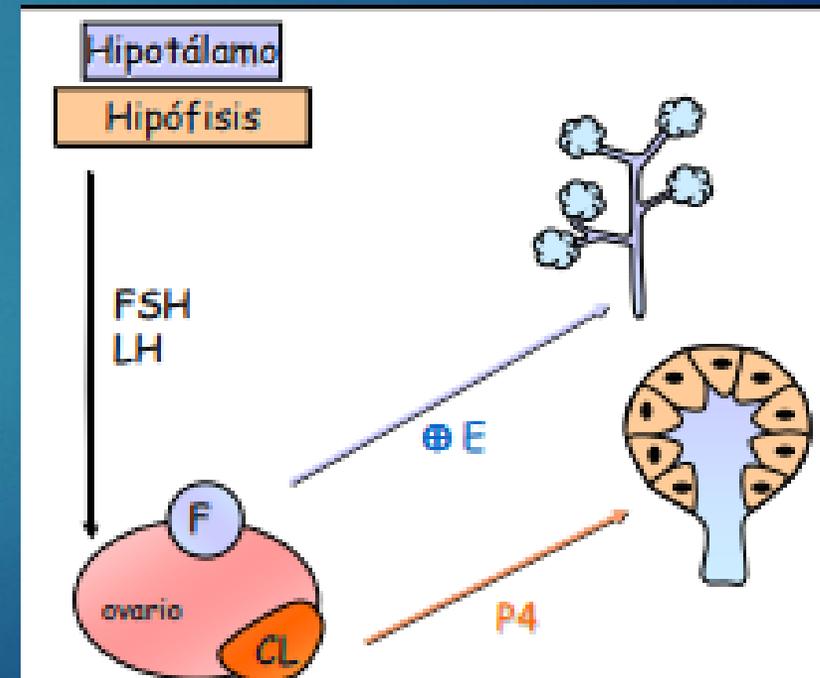
### 3. Puberal

Aumento del sistema de conductos mamarios

Acumulación de tejido adiposo y conjuntivo,  
Crece con rapidez mayor que el resto del organismo (crecimiento alométrico)

Aparecen los ciclos estrales alternando  
estrógenos y progesterona

Los conductos menores proliferan  
rápidamente con niveles de estrógenos  
altos y sufren una pequeña regresión  
durante el resto del ciclo



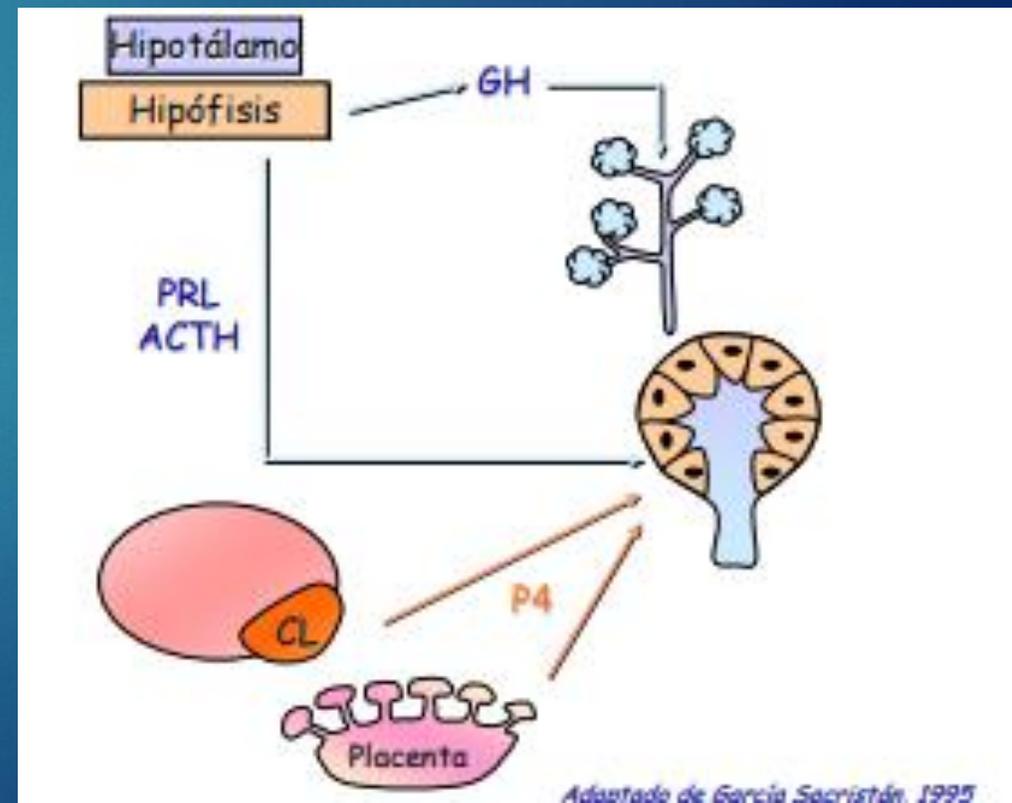
## 4. Gestacional

Gran desarrollo lóbulo-alveolar que desplaza al tejido adiposo (↑ progesterona)

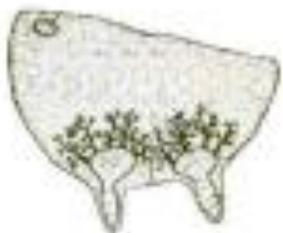
Los alvéolos se rodean de tejido conjuntivo muy vascularizado y de células mioepiteliales.

Mes 1 a 6 : fase de hiperplasia glandular (desarrollo del verdadero tejido secretor)

Mes 7 a 9 : fase de hipertrofia glandular (distensión de los alvéolos por acumulación de secreciones)



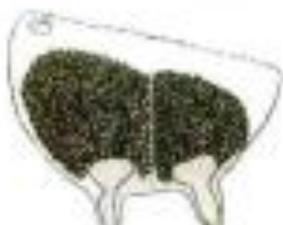
## MAMOGÉNESIS



Antes de la pubertad  
Poco desarrollo de los conductos

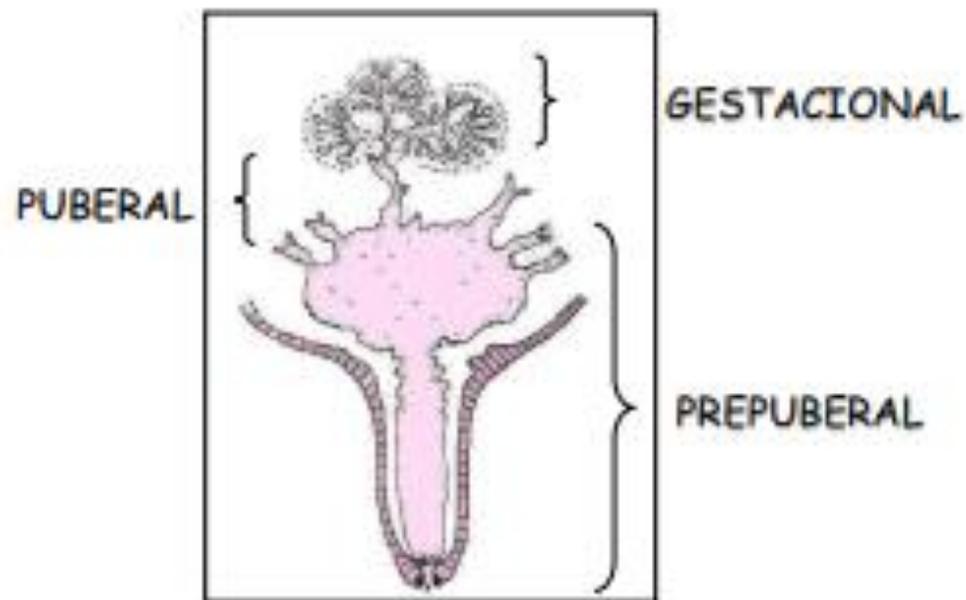


Antes de la gestación  
Se desarrollan los conductos  
pero no los alvéolos



Durante la preñez  
Gran desarrollo del sistema lóbulo-  
alveolar

## MAMOGÉNESIS



# LACTOGÉNESIS

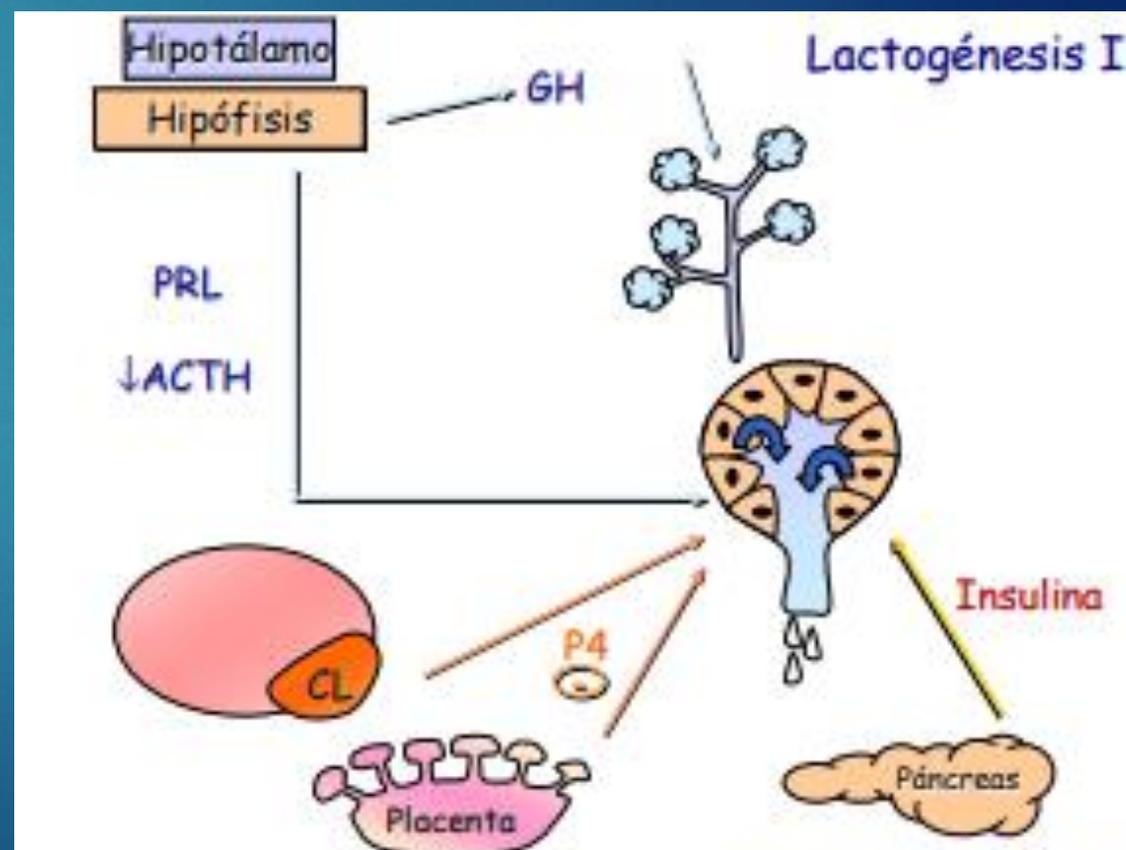
Proceso de diferenciación por el cual las células alveolares mamarias adquieren la capacidad de secretar leche.

## LACTOGÉNESIS I :

- Comienza en el último tercio de la gestación
- Diferenciación de células mamarias
- Aumento de la actividad enzimática
- Intervienen la PRL, insulina y glucocorticoides
- Poca producción láctea

## LACTOGÉNESIS II :

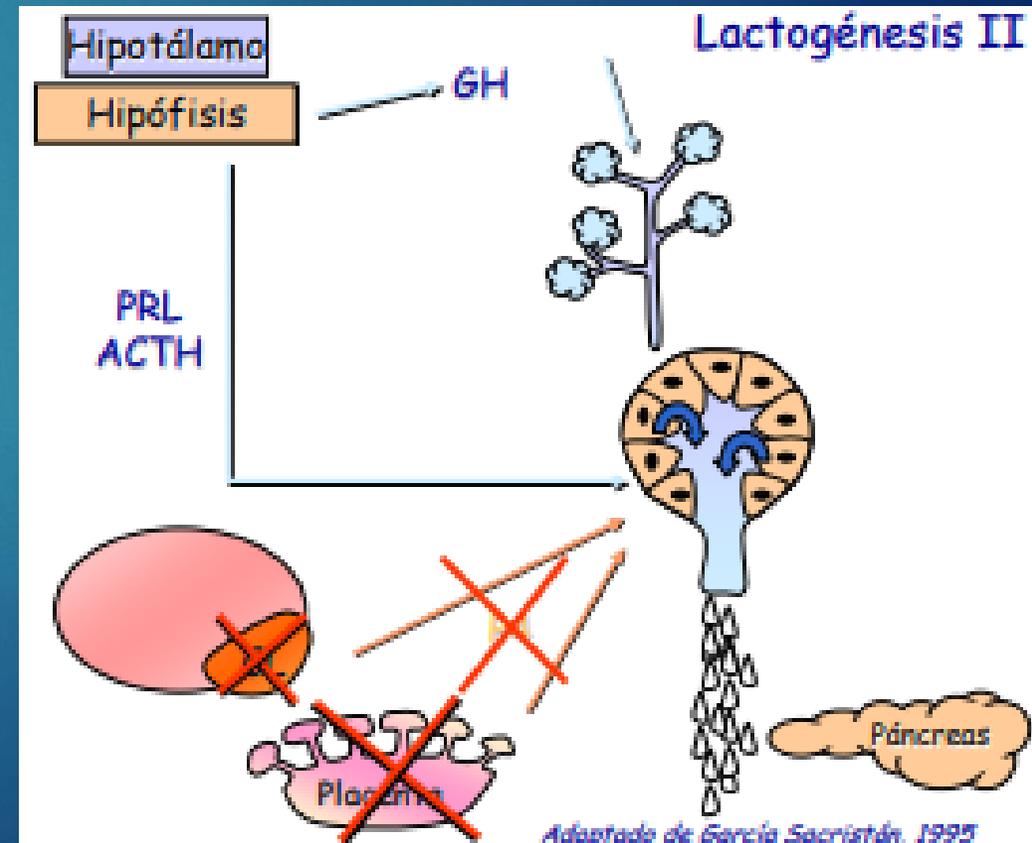
- Secreción láctea abundante
- Comienza poco antes de parto y continúa por varios días



## La Progesterona:

- Inhibe la acción de la prolactina, por lo cual:
- Se inhibe la síntesis de proteínas de la leche
- Inhibe la producción de la enzima *lactosa sintasa* por lo que disminuye la producción de lactosa

El bloqueo de la P4 a la lactogénesis no es absoluto, o la lactación y la gestación no podrían ser simultáneas

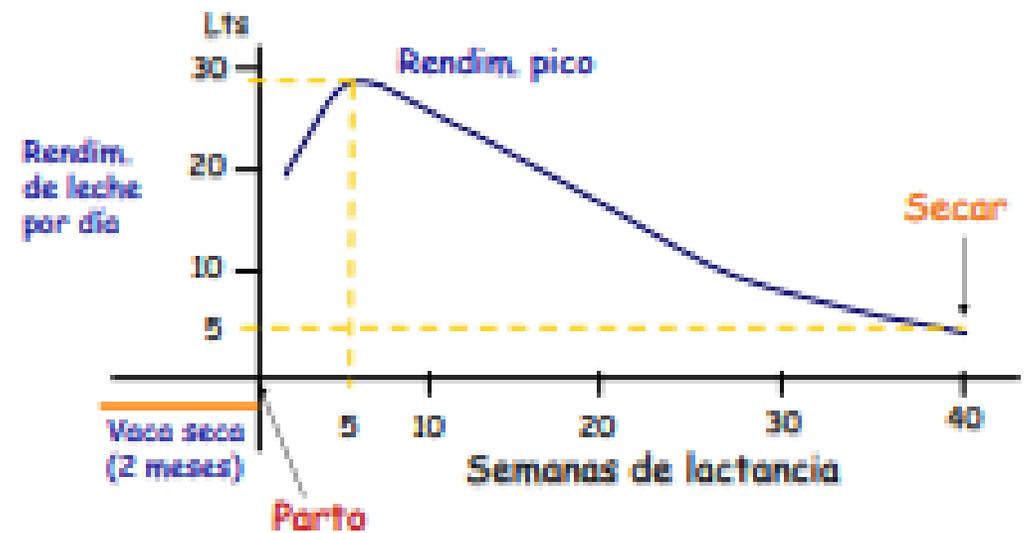


# GALACTOPOYESIS

(mantenimiento de la producción láctea)

- Intervienen GH, glucocorticoides, TSH, insulina
- En ruminantes no es importante la PRL
- Involucionan céls. alveolares y se desprenden o rompen, apareciendo en la leche

## CURVA DE LACTANCIA EN EL BOVINO



## Cese de la actividad secretoria: SECADO

Las células alveolares que se van perdiendo durante una lactancia no vuelven a reemplazarse en la misma.

El número de células alveolares influye directamente en la producción de leche

Para su recuperación es necesario dejar descansar la glándula en el llamado "período seco".

Natural → destete

Artificial → lento: reducción gradual del nº de ordeños  
→ rápido: cese súbito de los ordeños

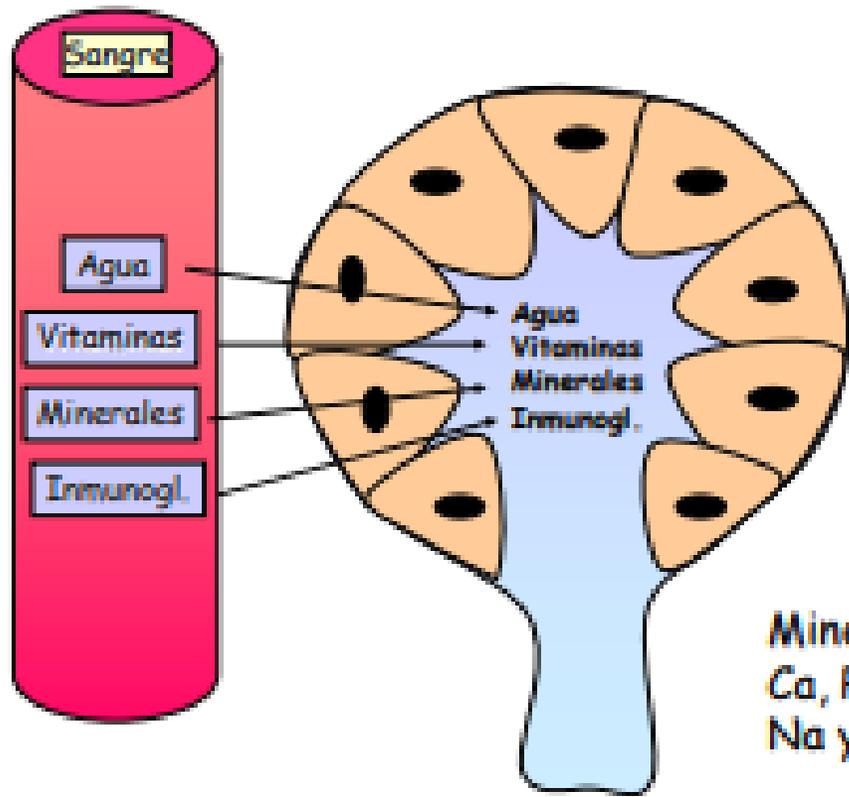
## Composición de la leche

### Filtración directa de la sangre:

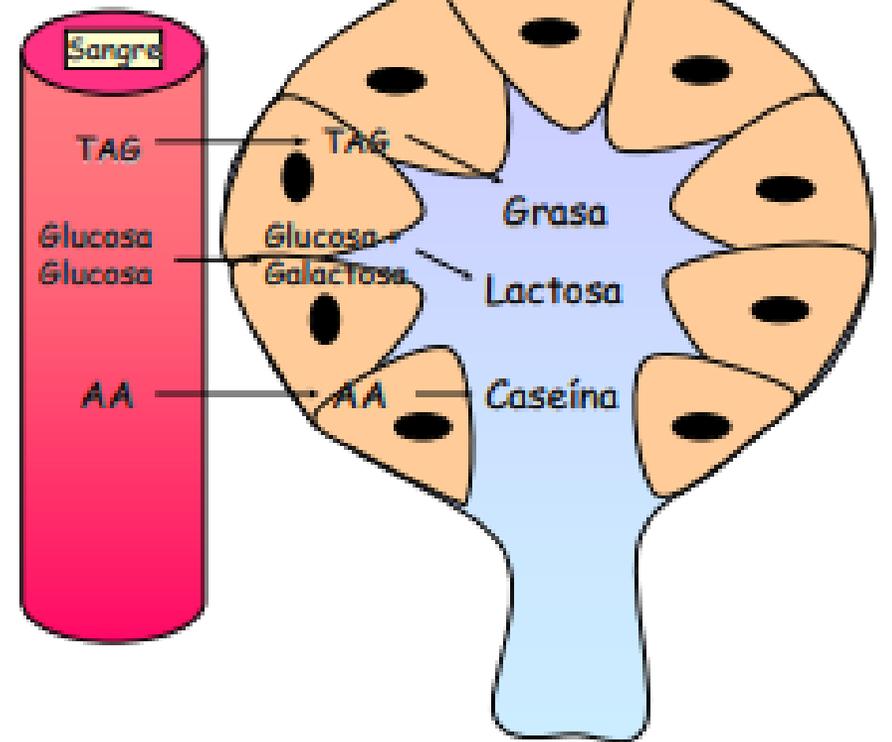
- Agua
- Vitaminas
- Minerales
- Algunas proteínas (inmunoglobulinas)

### Sintetizados en la célula alveolar:

- Grasa (triglicéridos)
- Lactosa (glucosa + galactosa)
- Mayoría de las proteínas (caseína)

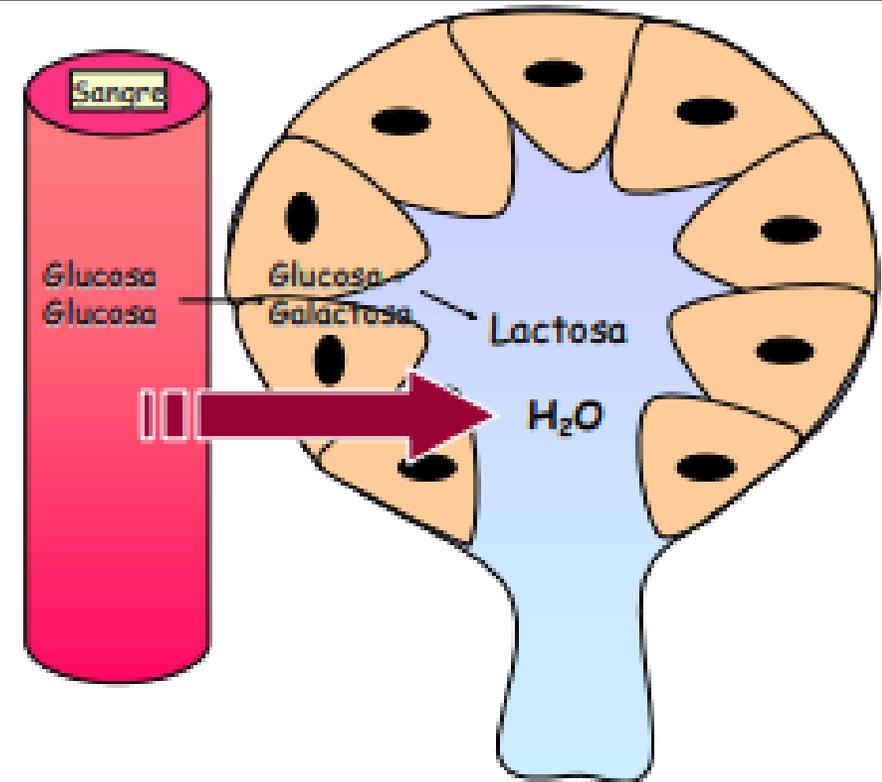


**Minerales:**  
Ca, P, K, Cl,  
Na y Magnesio



## LACTOSA:

- Es un disacárido compuesto por glucosa + galactosa
- Dos moléculas de glucosa deben entrar en la célula x cada molécula de lactosa formada (una molécula de glucosa se transforma en galactosa)
- La enzima *lactosa sintasa* cataliza la formación de lactosa. Esta enzima tiene 2 subunidades
  - Galactosil transferasa
  - $\alpha$  lactalbúmina
- La P4 inhibe la síntesis de  $\alpha$  lactalbúmina durante la gestación por lo que la lactogénesis se ve disminuida



# Calostro

- Secreción elaborada por la GM poco antes e inmediatamente después del parto.
- Primer alimento para el recién nacido, fundamental en rumiantes y cerdos por su aporte en inmunoglobulinas (inmunidad calostrual)
- Posee además efecto laxante (NaCl)

## Diferencias entre calostro y leche en vaca (%)

	Calostro	Leche
Inmunoglobulinas	13	1
Lactosa	2.5	4.5
Lípidos	6	3.5
Sólidos no grasa	22	9
Proteínas	19	3.3

Caseína  
β Lactoglobulina  
α Lactalbúmina

Gracias

