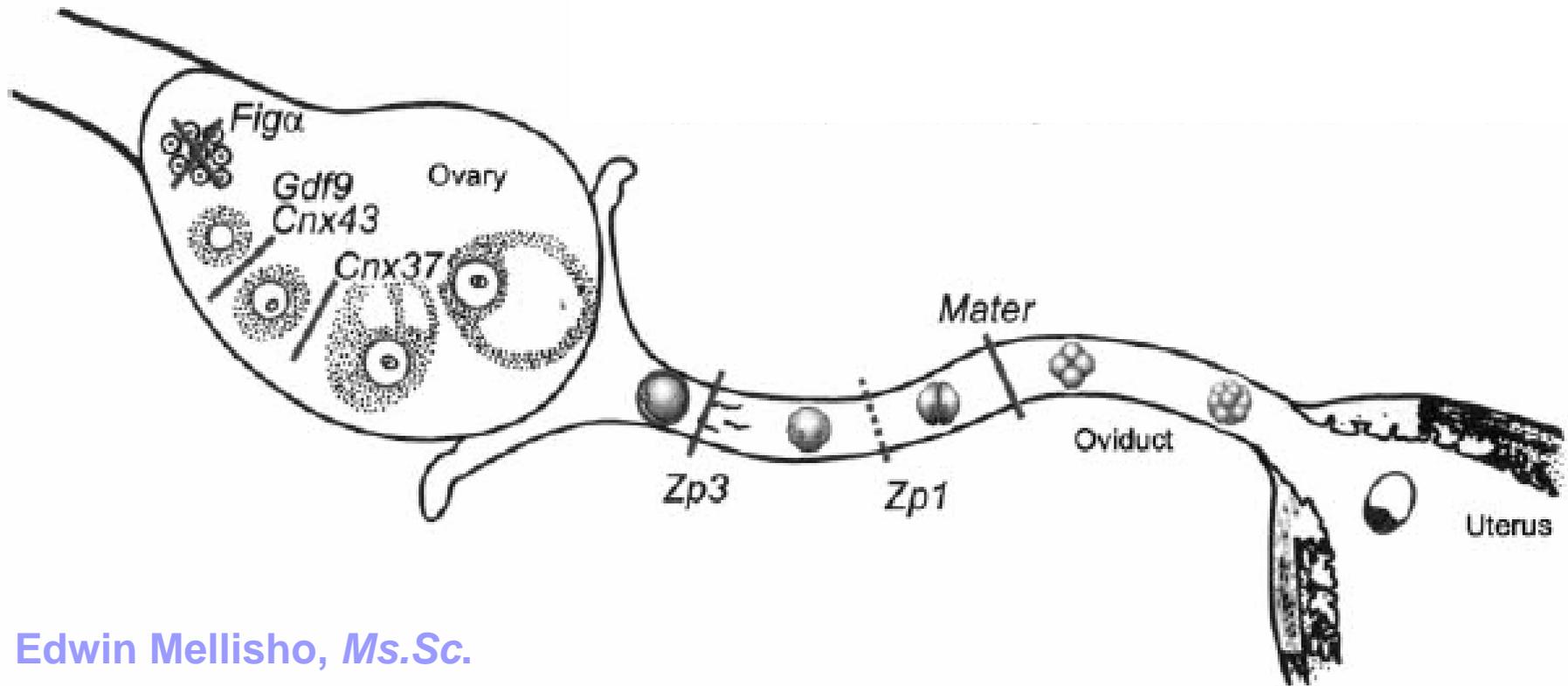
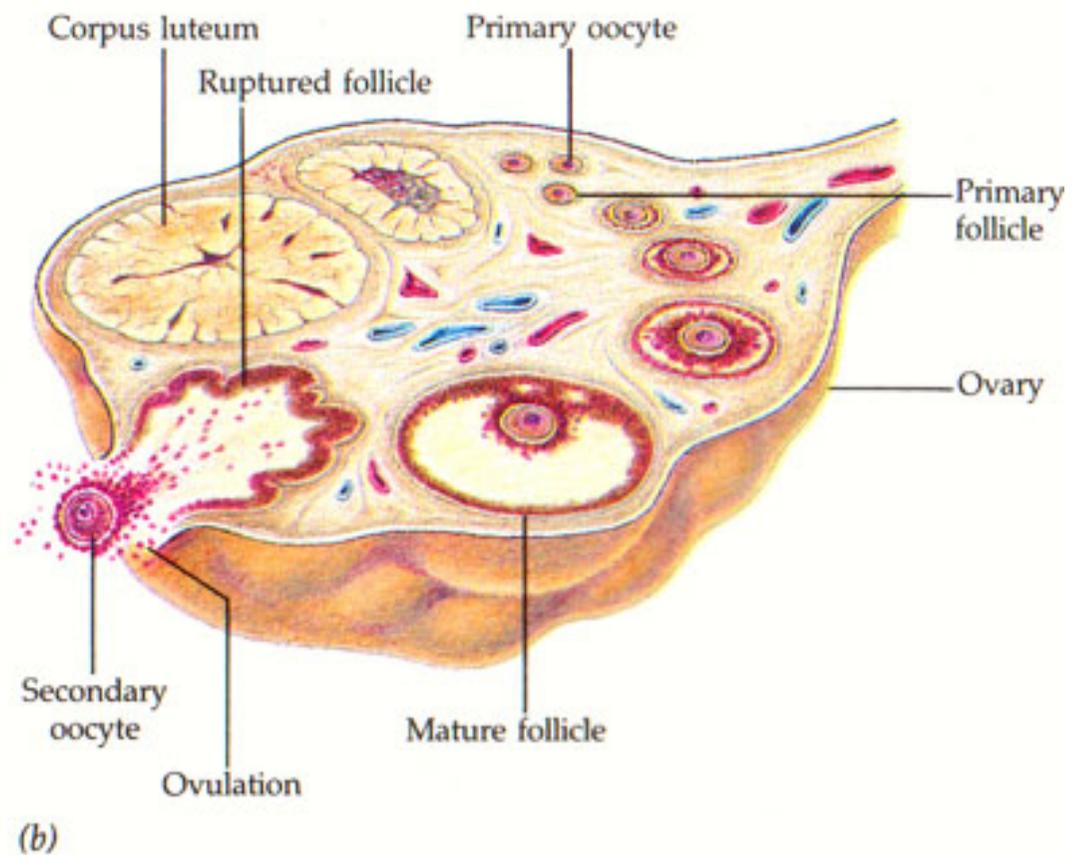
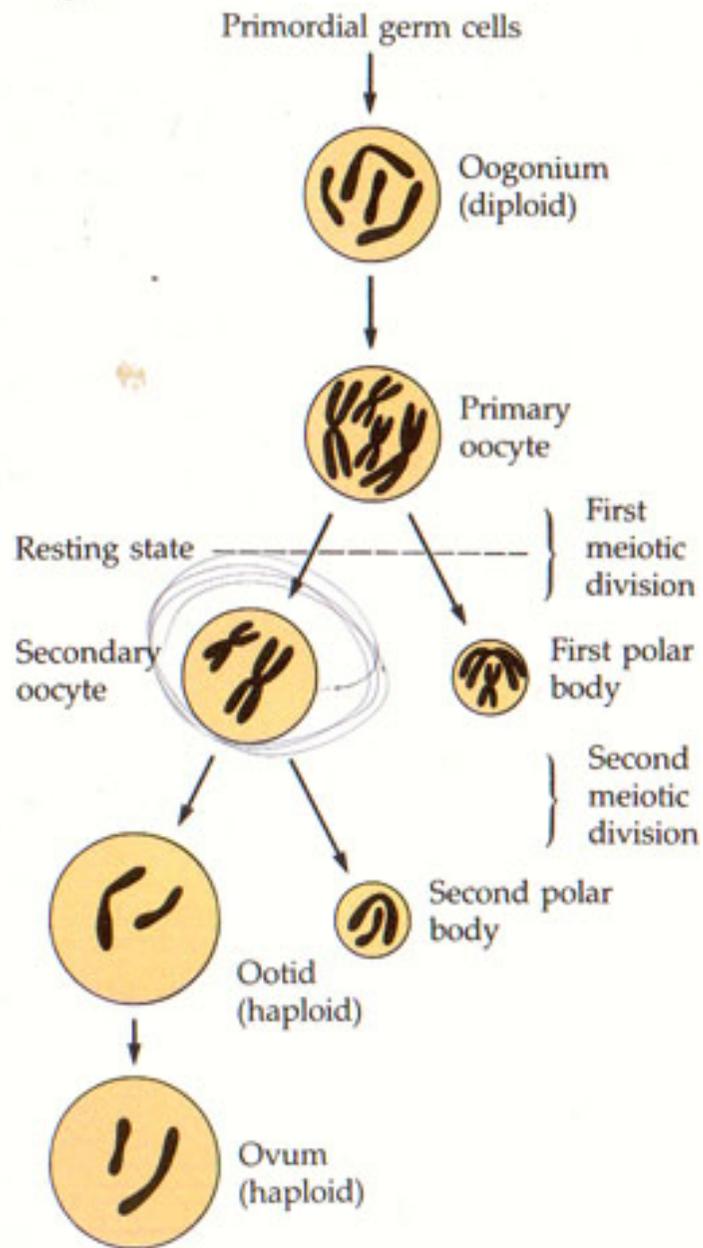


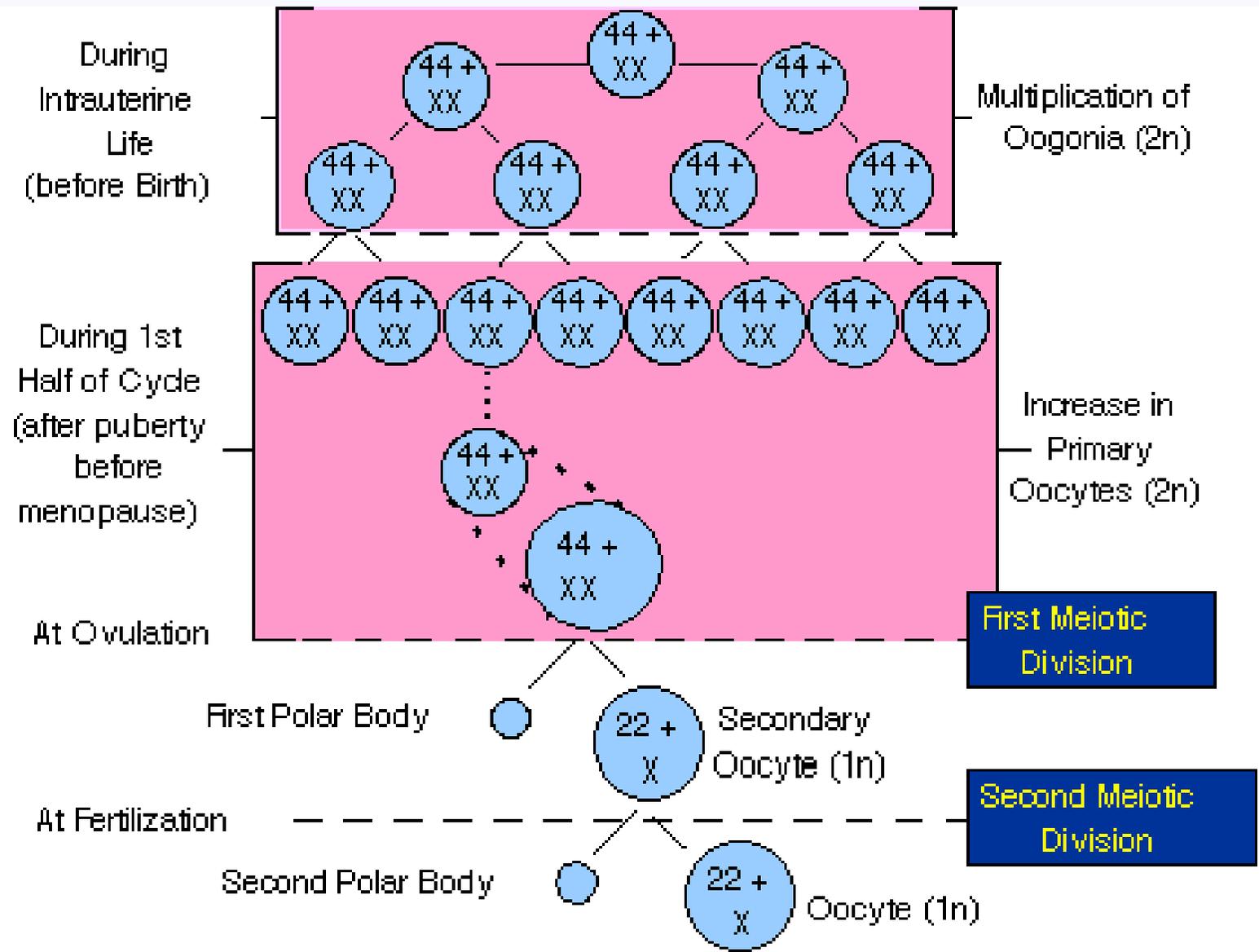
Ovogenesis y Foliculogénesis



Edwin Mellisho, *Ms.Sc.*

Oogenesis





A
n
t
e
s

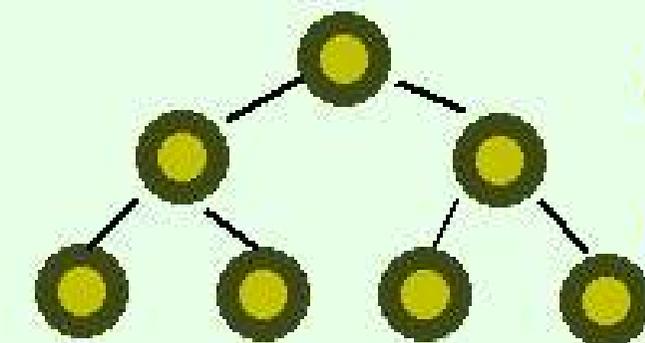
d
e

n
a
c
e
r

Ovogénesis

Ovogonias:
46 cromosomas

multiplicación



del orden de 400.000 al nacer

D
e
s
p
u
é
s

p
u
b
e
r
t
a
d



Ovocito I
46 cromosomas

1er corpúsculo polar



espermatozoide



Ovocito II
23 cromosomas

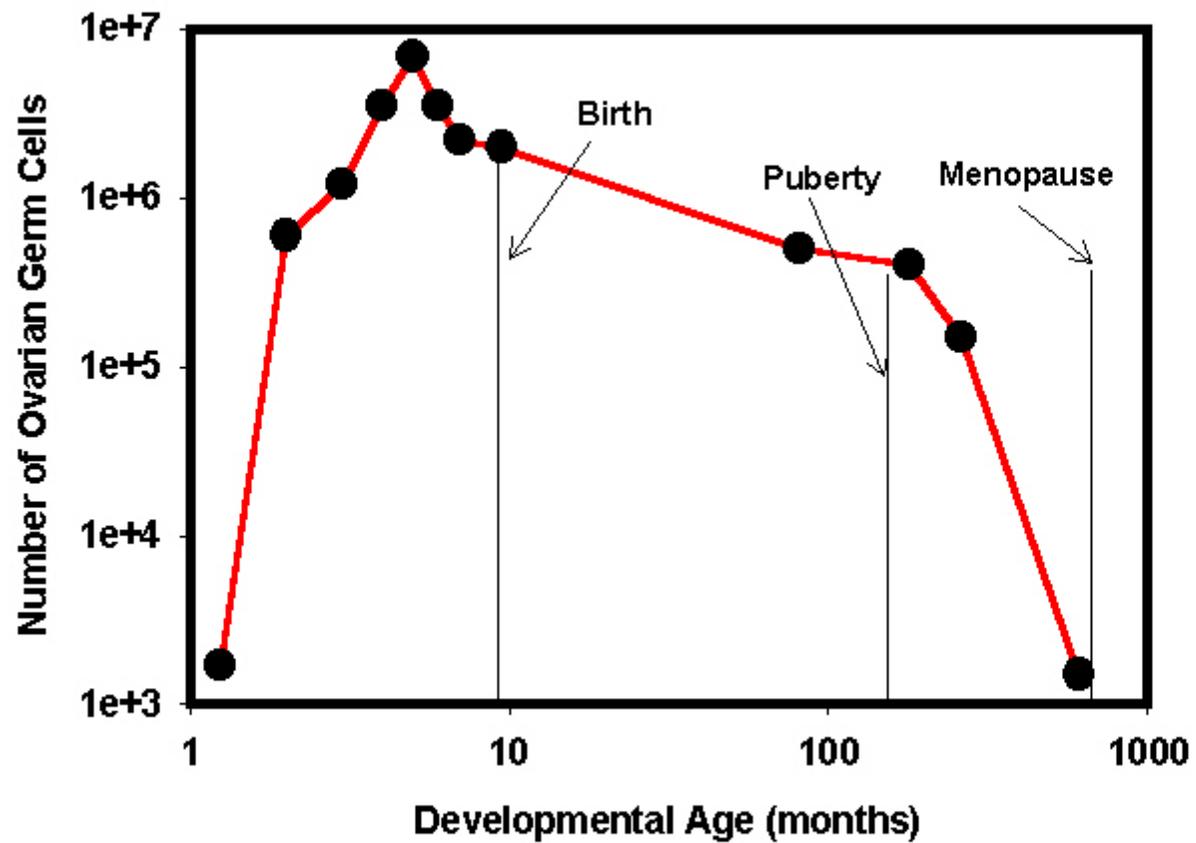
2º corpúsculo polar



Óvulo
23 cromosomas

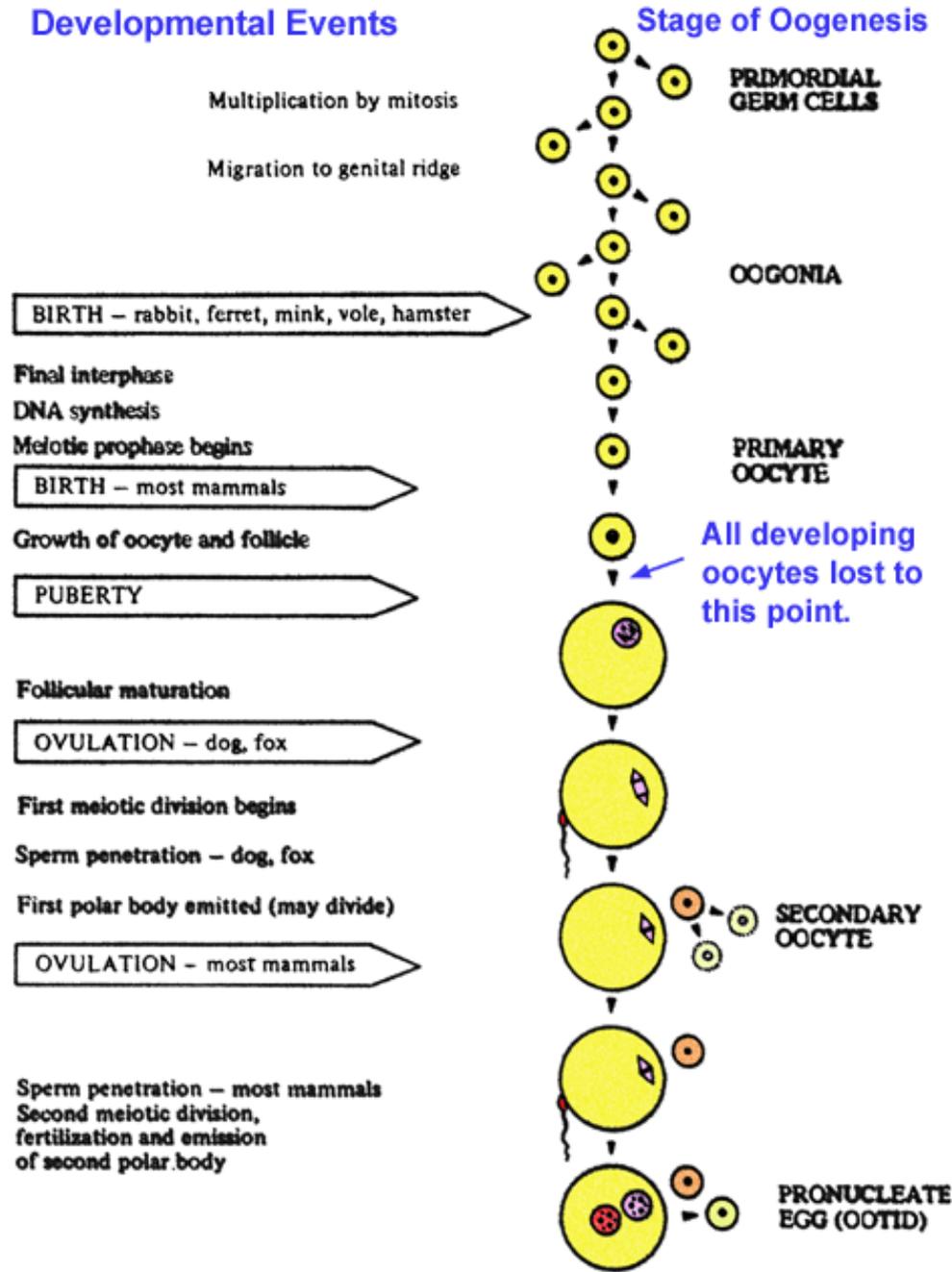
M
E
I
O
S
I
S

Ovarian Germ Cell Population Changes



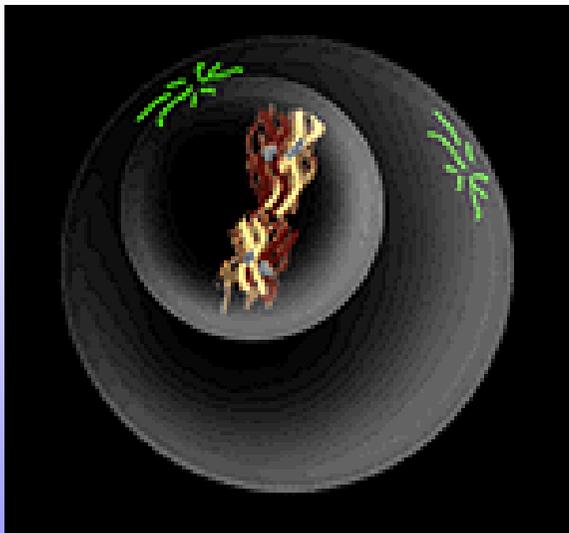
Modified from Austin & Short, *Reproduction in Mammals: I Germ Cells and Fertilization*, Cambridge University Press: London, UK, 1972.

Developmental Events

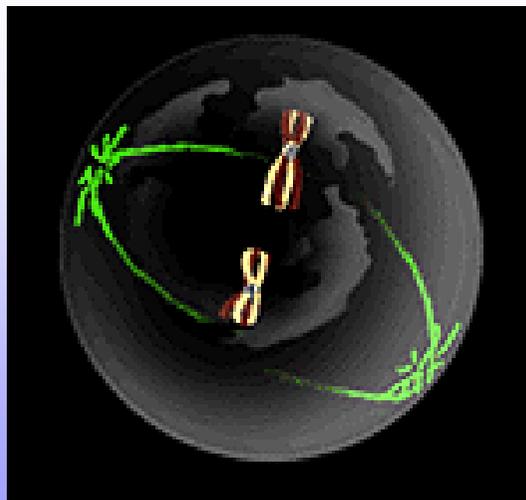


Female gamete development modified from Austin and Short (ed)
Reproduction in Mammals, Book I: Germ Cells and Fertilization,
 Cambridge University Press: Cambridge, UK, 1982.

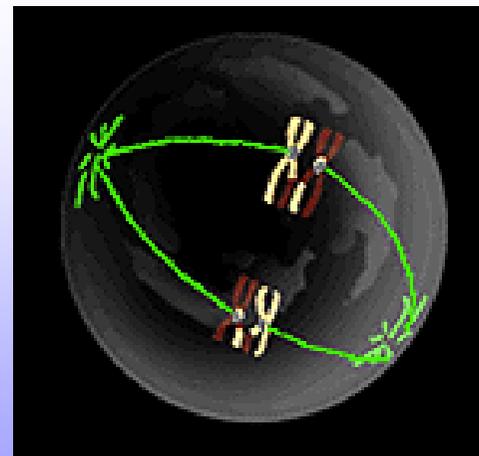
Profase I



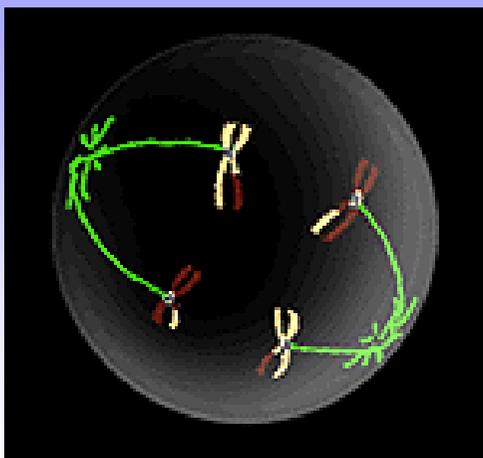
Prometáfase I



Metáfase I



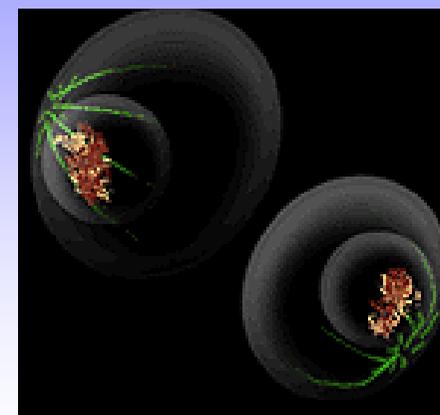
Anáfase I



Telófase I



Citocineses I



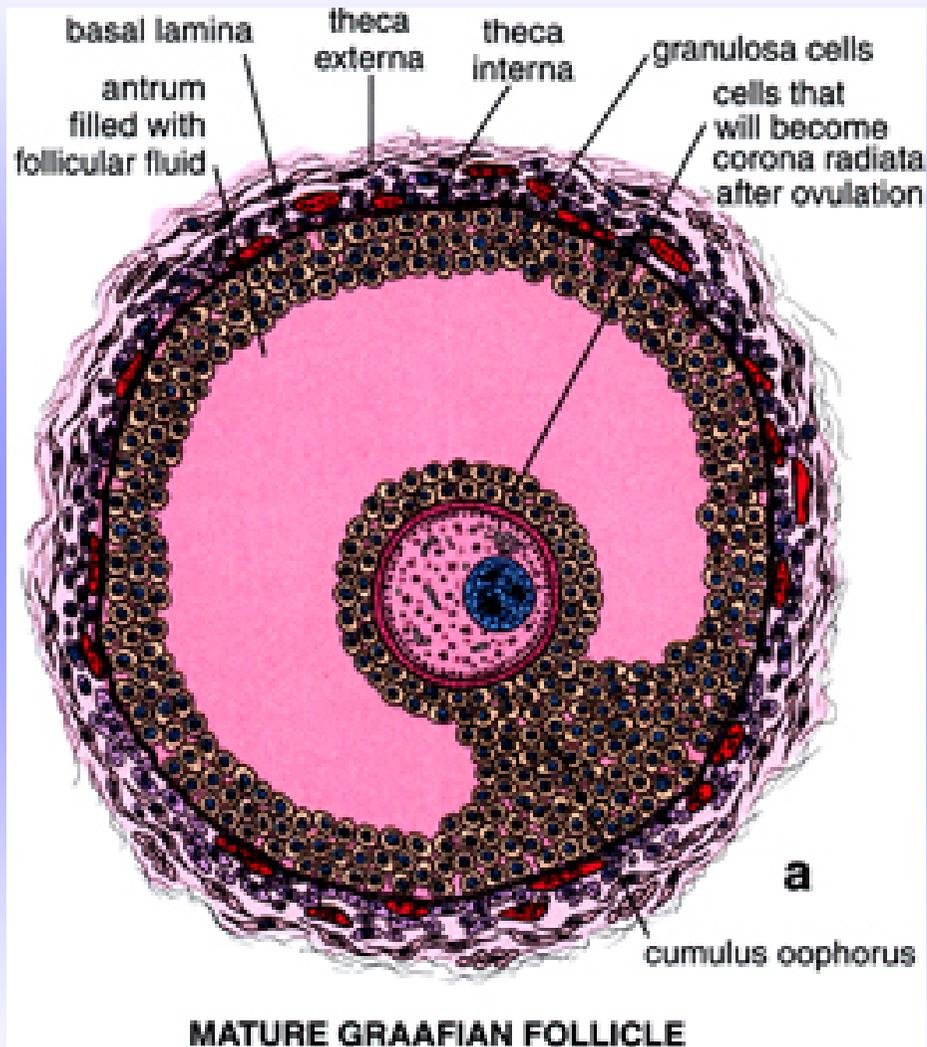
Foliculogénesis

Foliculogénesis es el proceso de crecimiento que experimenta el folículo desde el momento que deja la población de reserva, constituida por folículos primordiales, hasta su ovulación o atresia.

Los folículos son reclutados continuamente hasta que la reserva se termina

Los folículos se clasifican en:

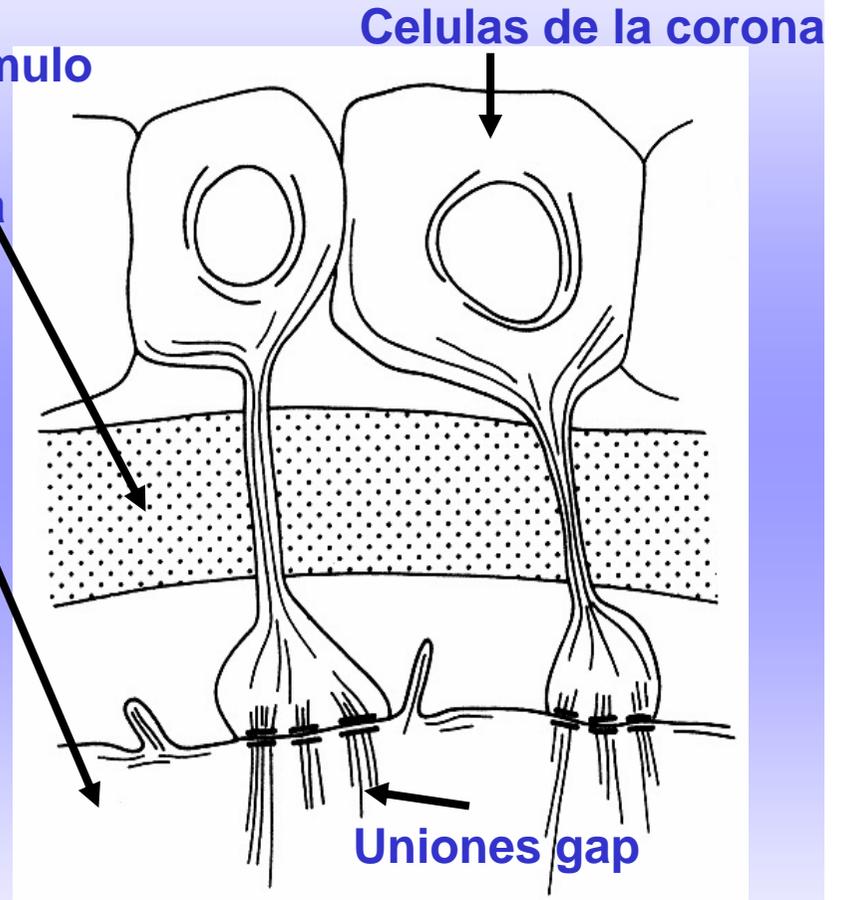
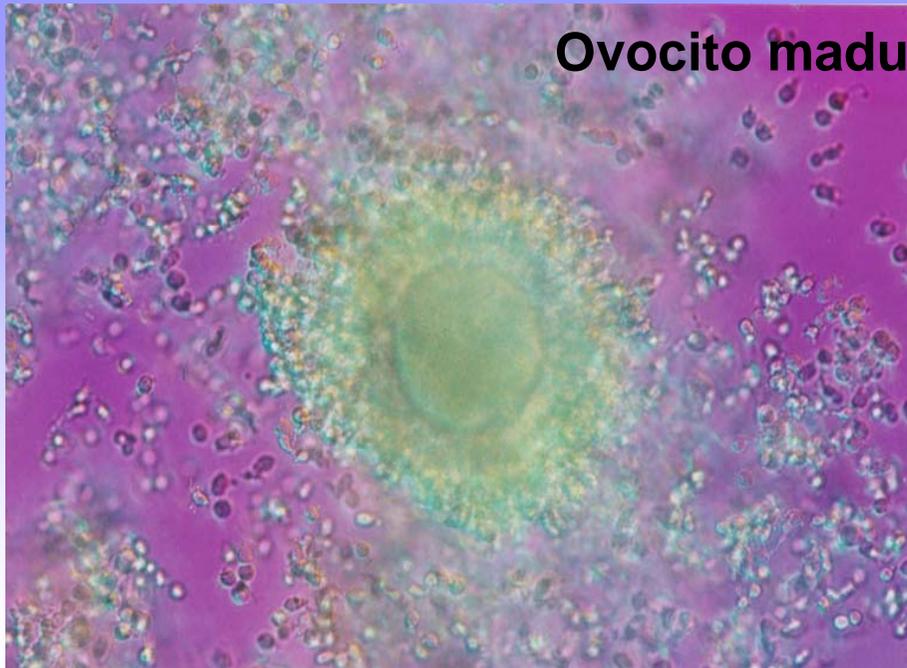
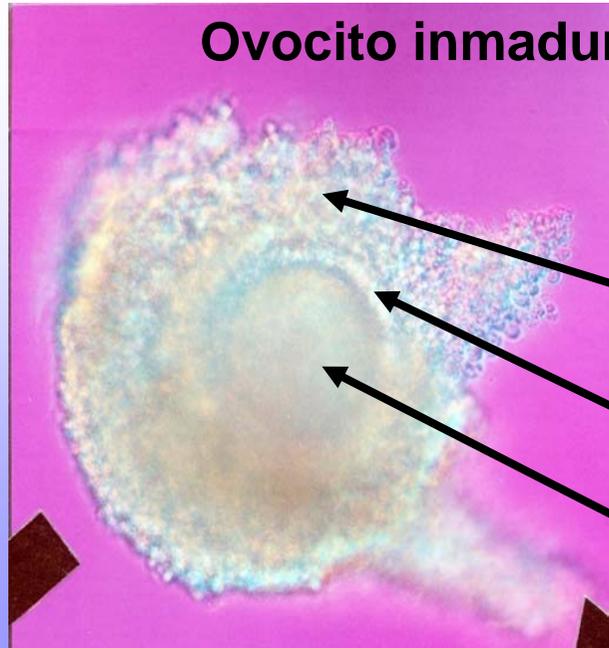
- Folículos primordiales
- Folículos preantrales (folículos primarios y secundarios)
- Folículos antrales y preovulatorios.



El folículo ovárico es una unidad altamente compleja y consiste de distintos tipos de células somáticas.

El folículo provee un microambiente para el crecimiento del ovocito y es el responsable para la producción de Hormonas (Gordon, 1994).

Maduración del ovocito



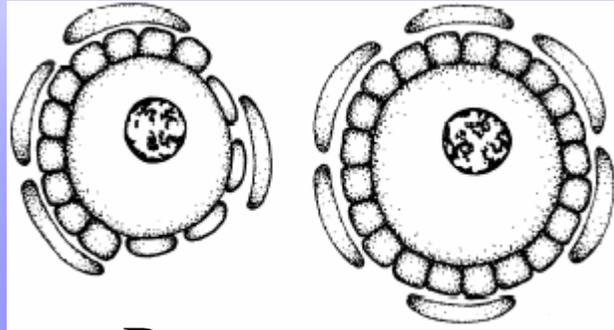
La corona radiata comunica el ovocito con otras capas de células del cumulus a través de uniones GAP (De Loos et al., 1991).

Clasificación folicular de acuerdo a la morfología

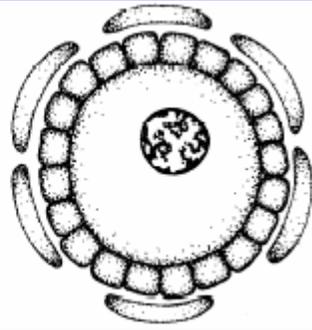
ESTADOS PREANTRAL



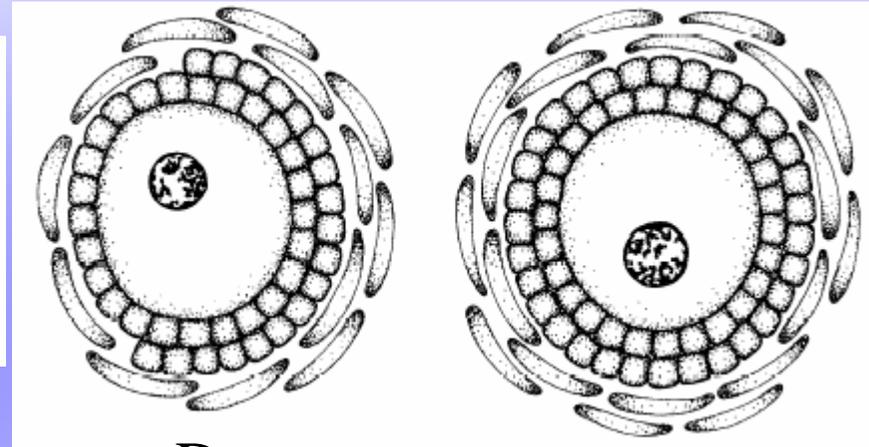
A



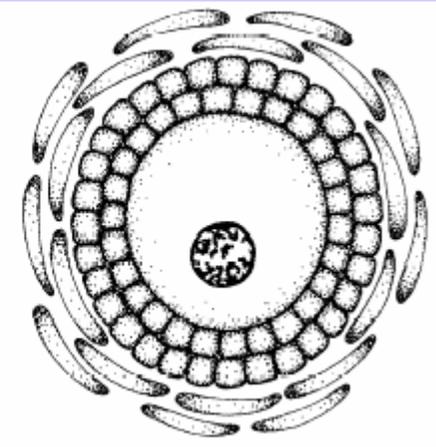
B



C



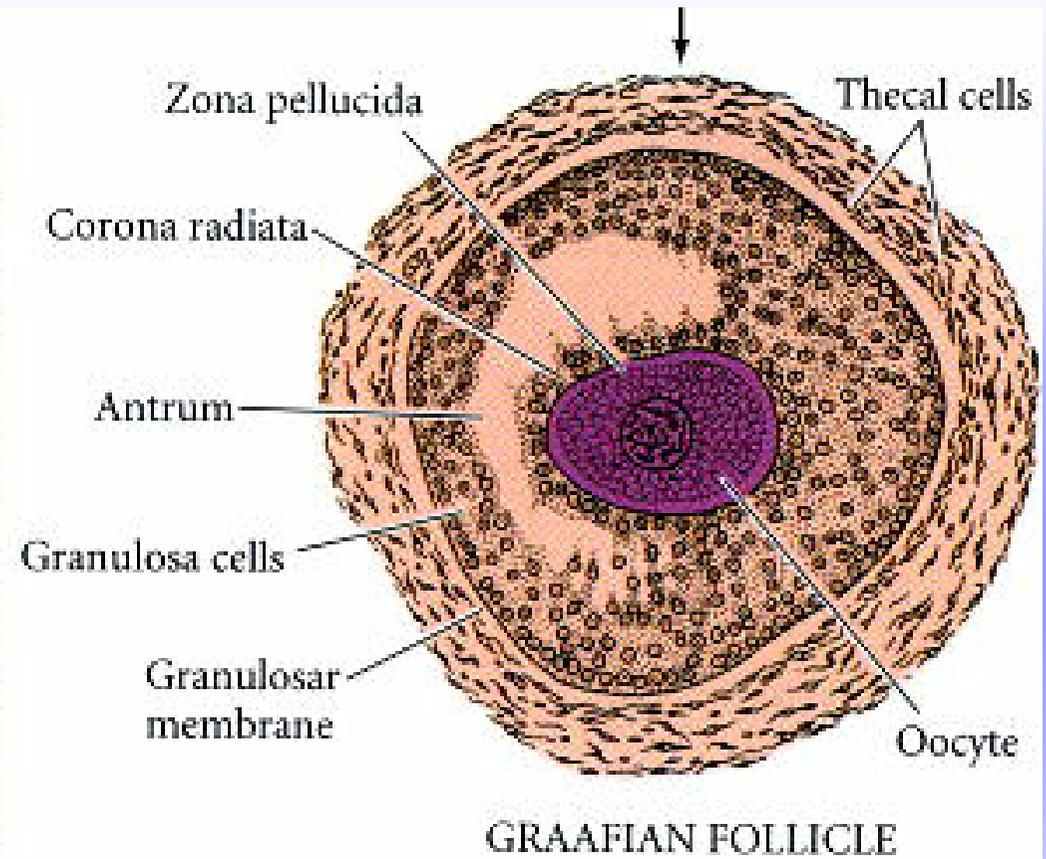
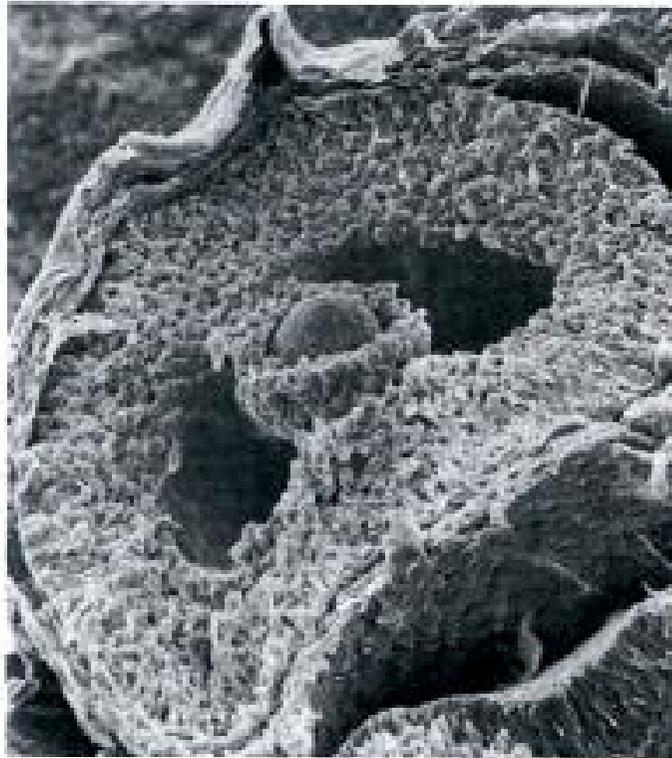
D



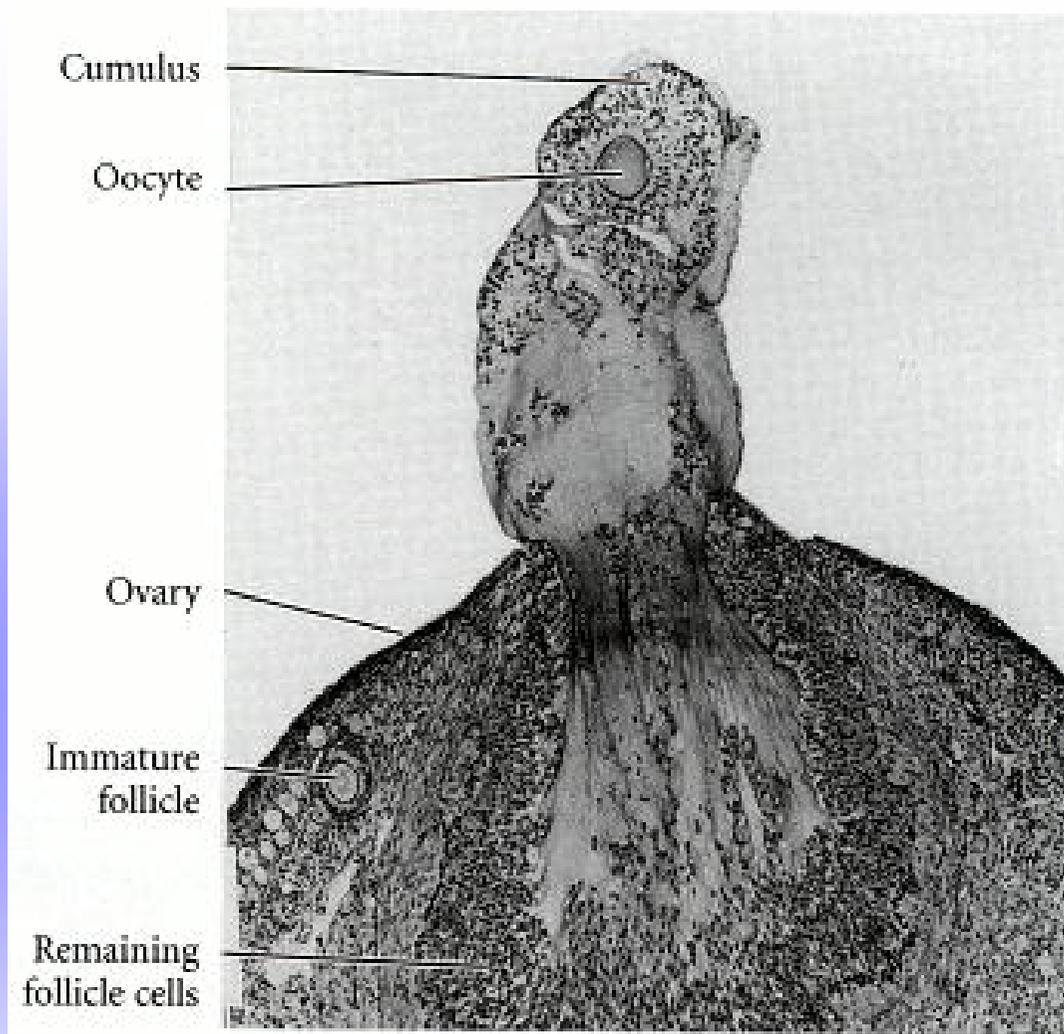
E

- A: Folículo primordial
- B: Folículo primario Temprano
- C: Folículo Primario
- D: Folículo secundario temprano
- E: Folículo secundario

(B)



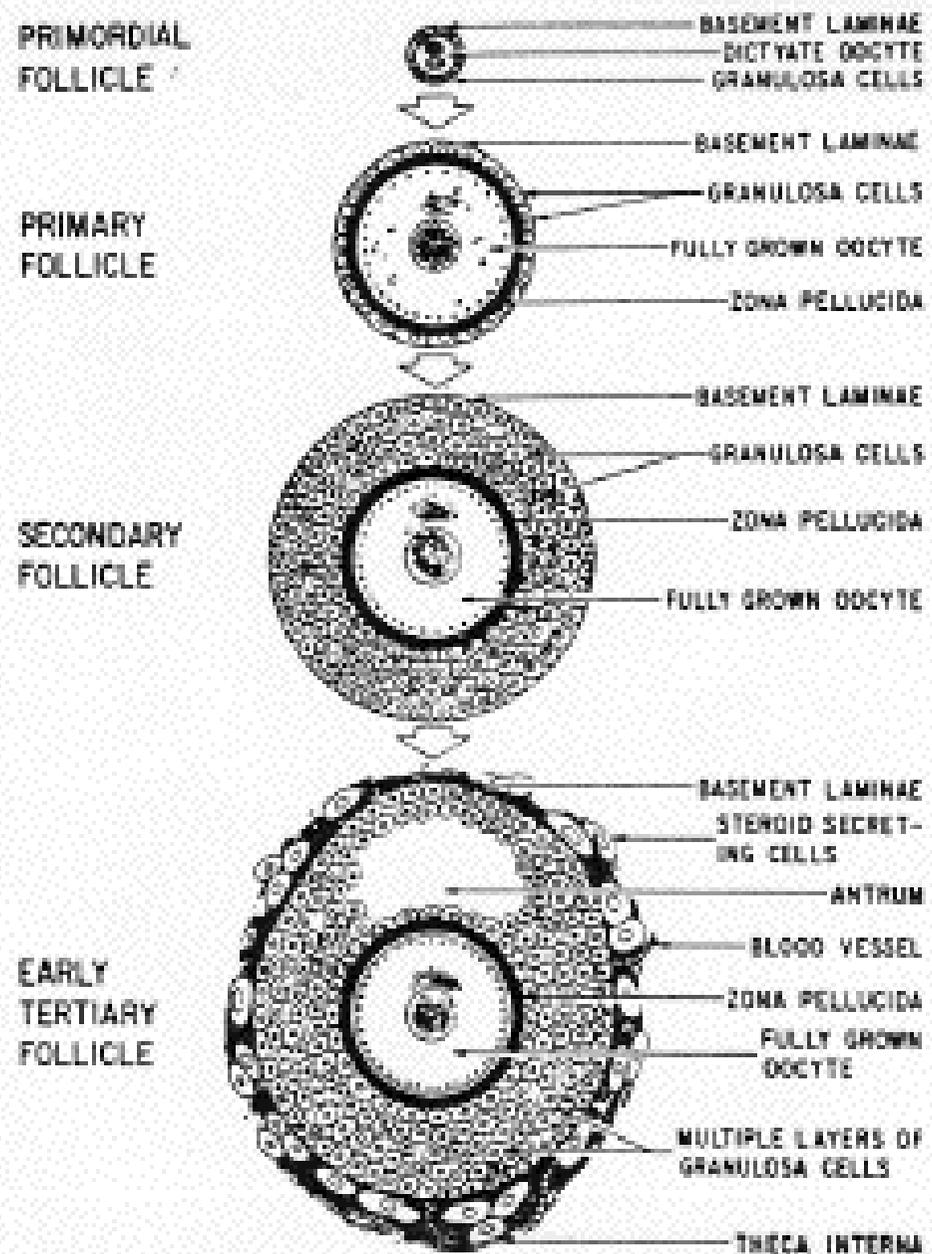
(B) Foto de microscopio electrónico de un folículo maduro de rata



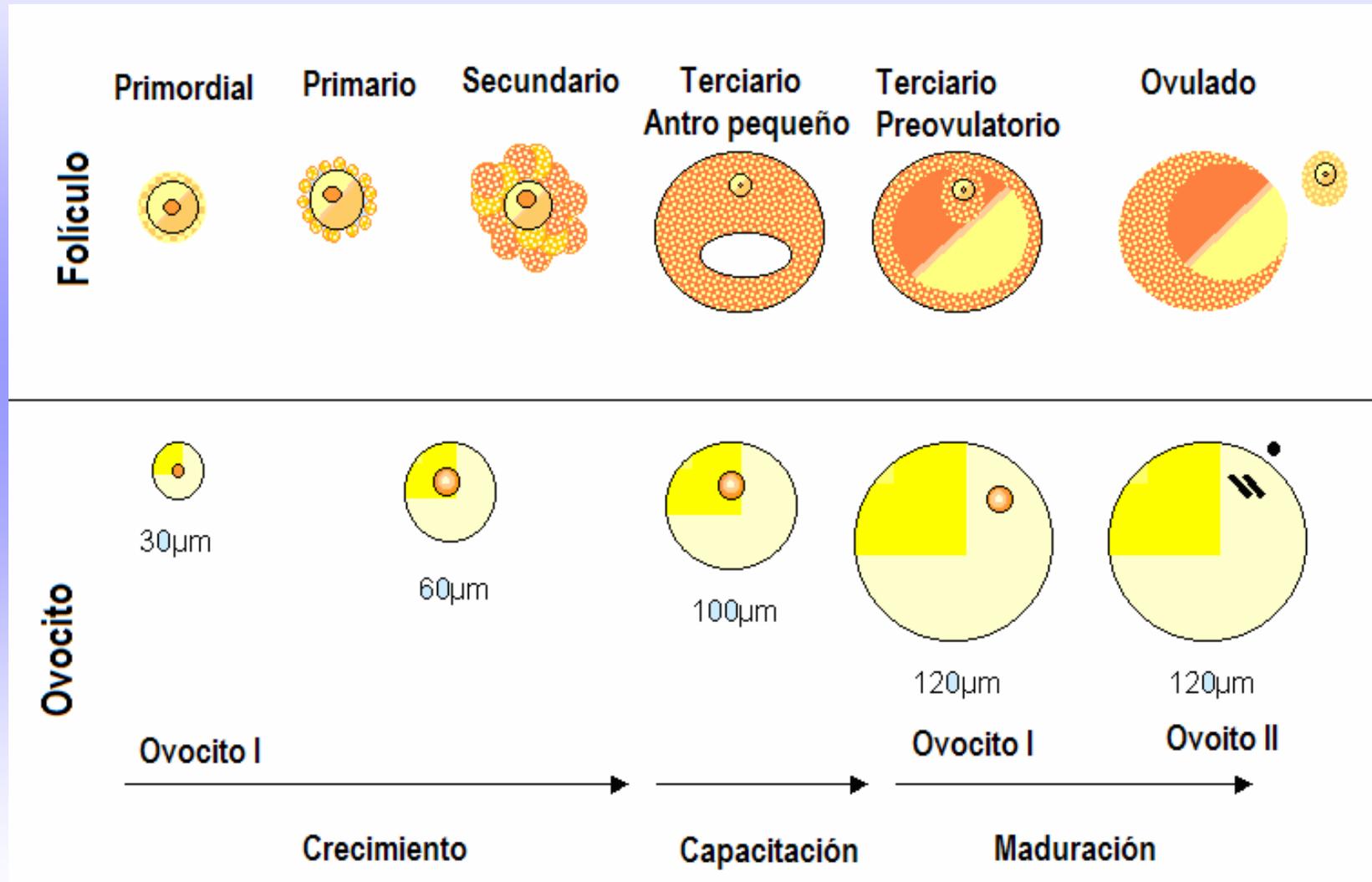
Ovulation in the rabbit

Desarrollo folicular

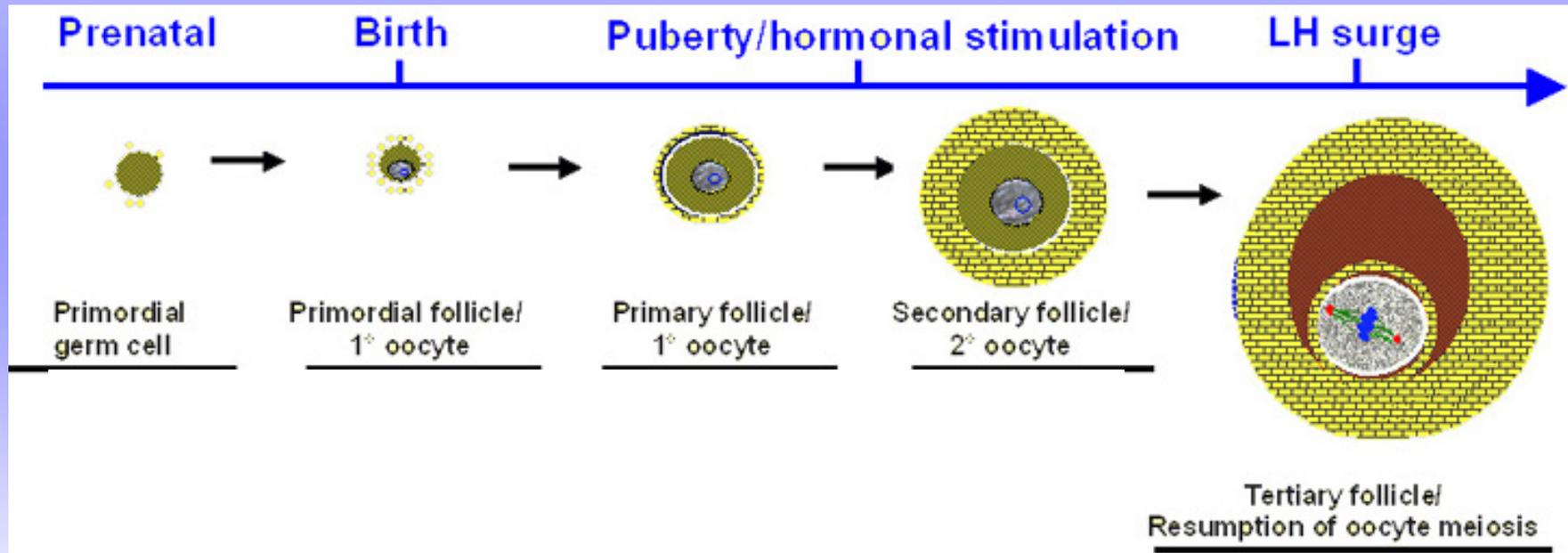
Follicle Progression



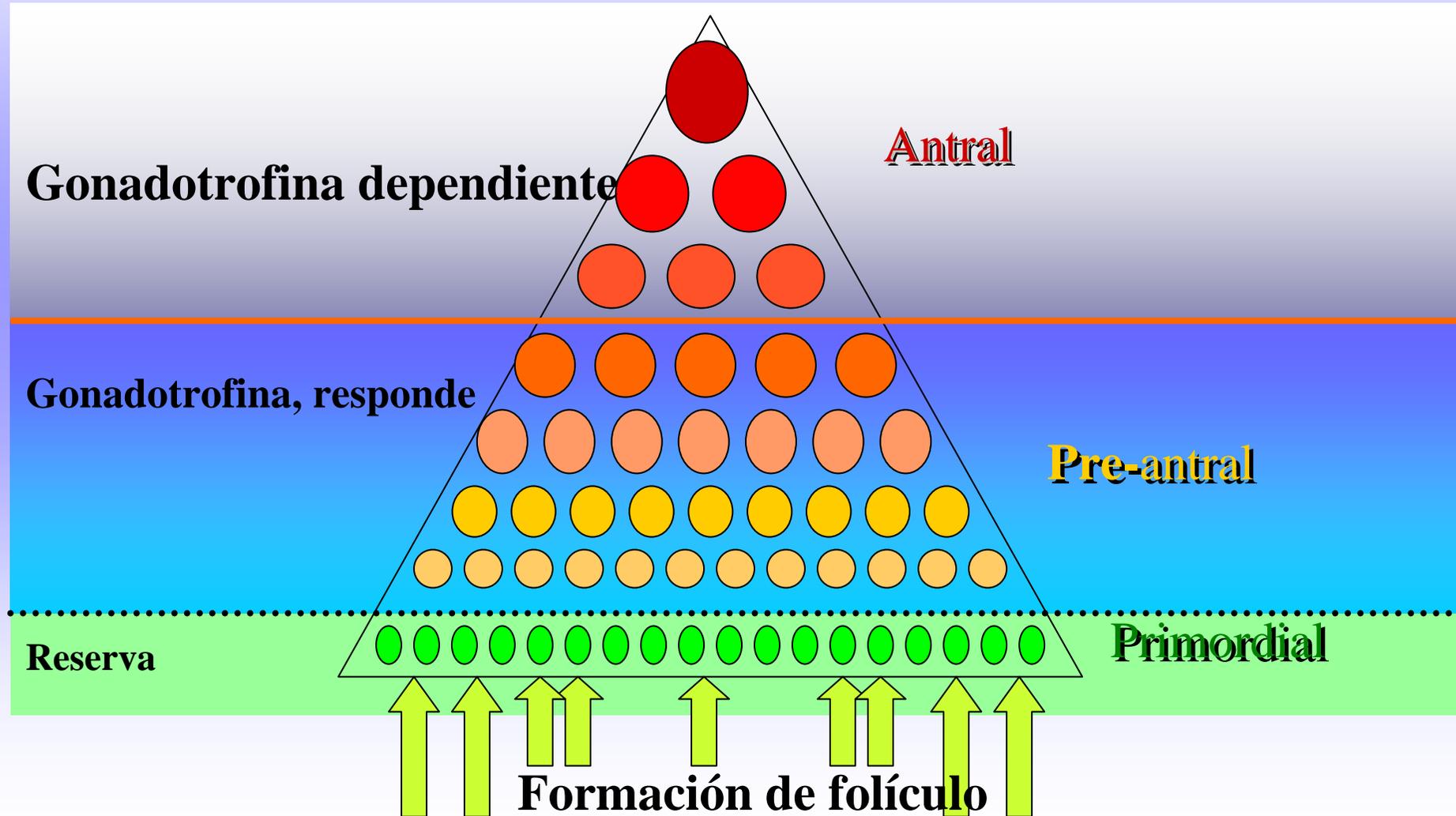
Esquema del crecimiento, capacitación y maduración de los ovocitos bovinos a través de la foliculogénesis

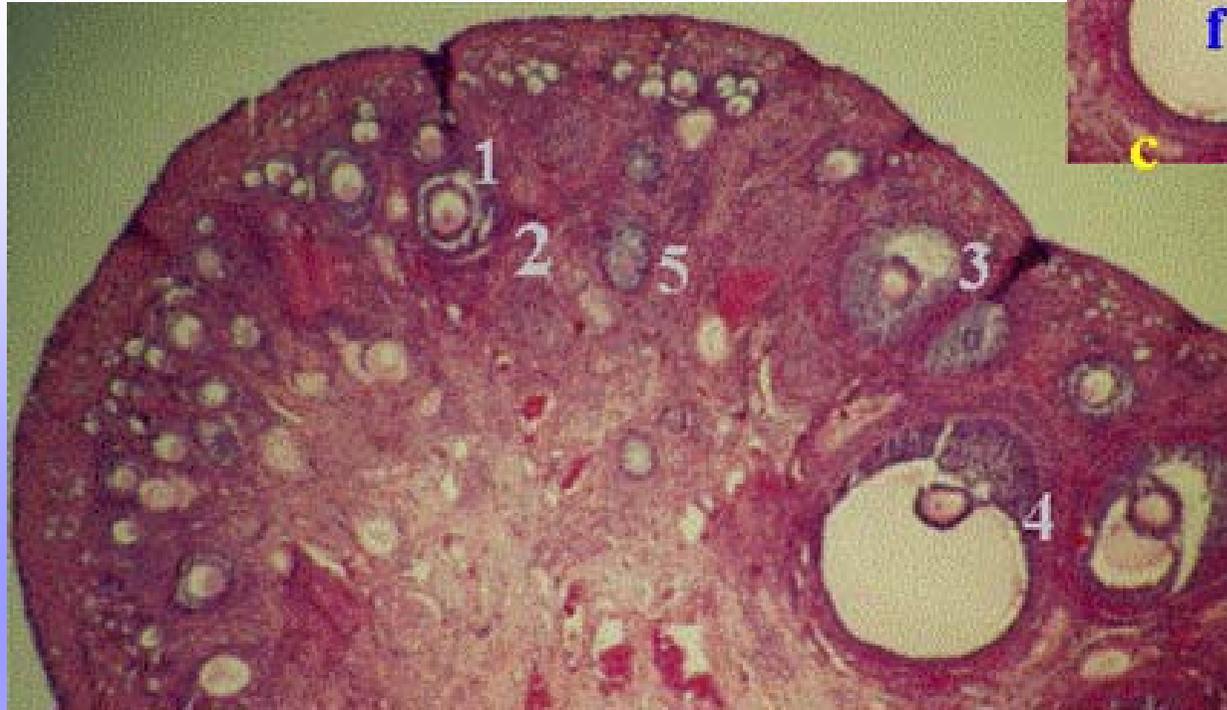


Esquema de crecimiento folicular segun edad cronologica



Foliculogenesis





Corte transversal del ovario de perro (25 X) donde se muestran las diferentes etapas del desarrollo de los folículos ováricos. **1.-** Folículo primario, **2.-** Folículo secundario, **3.-**Folículo terciario, **4.-** Folículo de Graaf, **5.-** Cuerpo lúteo,

Folículo preovulatorio. **a.-** Células de la granulosa, **b.-** Células de la teca interna, **c.-** Células de la teca externa, **d.-** Ovocito, **e.-** Corona radiada, **f.-** Antrum

ROEDORES - Folliculogénesis ↔ Ovogénesis -

Muchas semanas

25 días



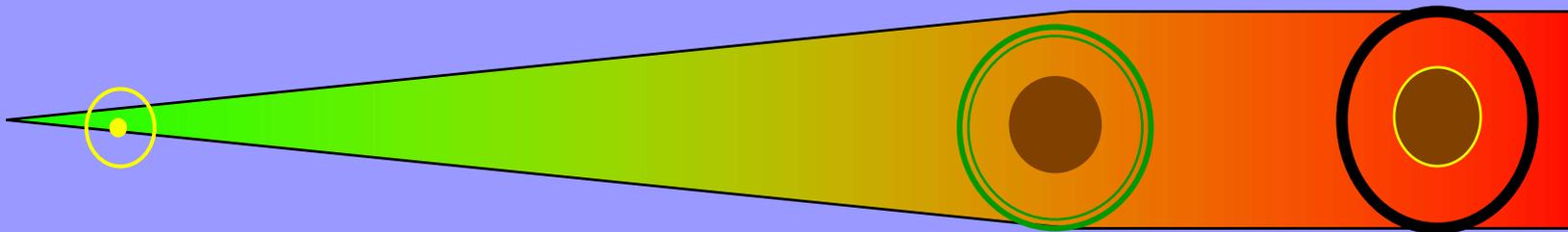
Primordial

Primario

Secundario

Antral

Preovulatorio



Pequeños -inmaduros
sin capacidad meiotica

Con capacidad Meiotica

Con capacidad
de desarrollo

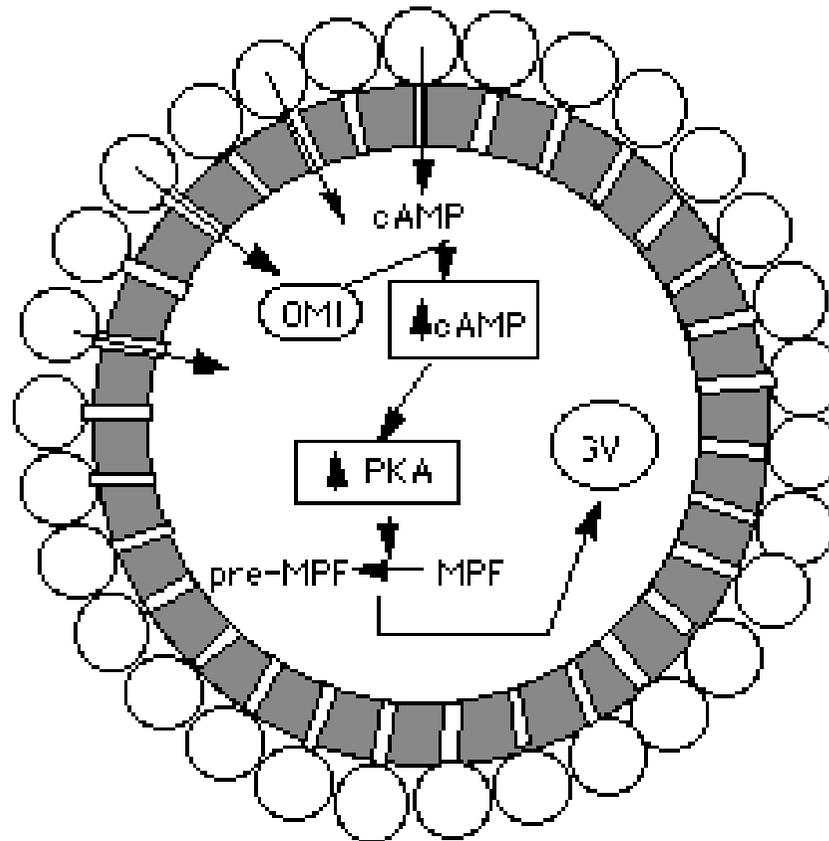
Nucleo inmaduro
Citoplasma inmaduro

Nucleo maduro
Citoplasma inmaduro

Nucleo maduro
Citoplasma maduro

Detención meiótica en el ovocito

During Oocyte Growth and Before the LH Surge

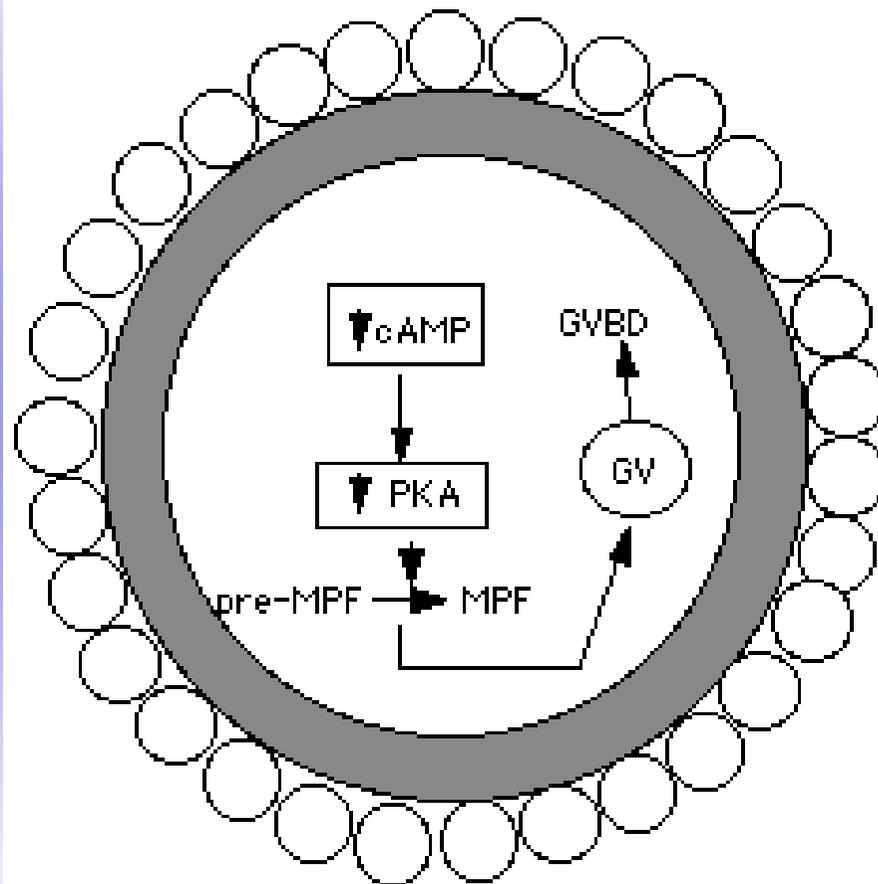


- **OMI - Oocyte Maturation Inhibitor**
- **MPF - Maturation promoting factor**
- **GV - germinal vesicle**

Gap Junctions Allow Cell to Cell Communication!

Efecto del pico LH en el reinicio meiótico

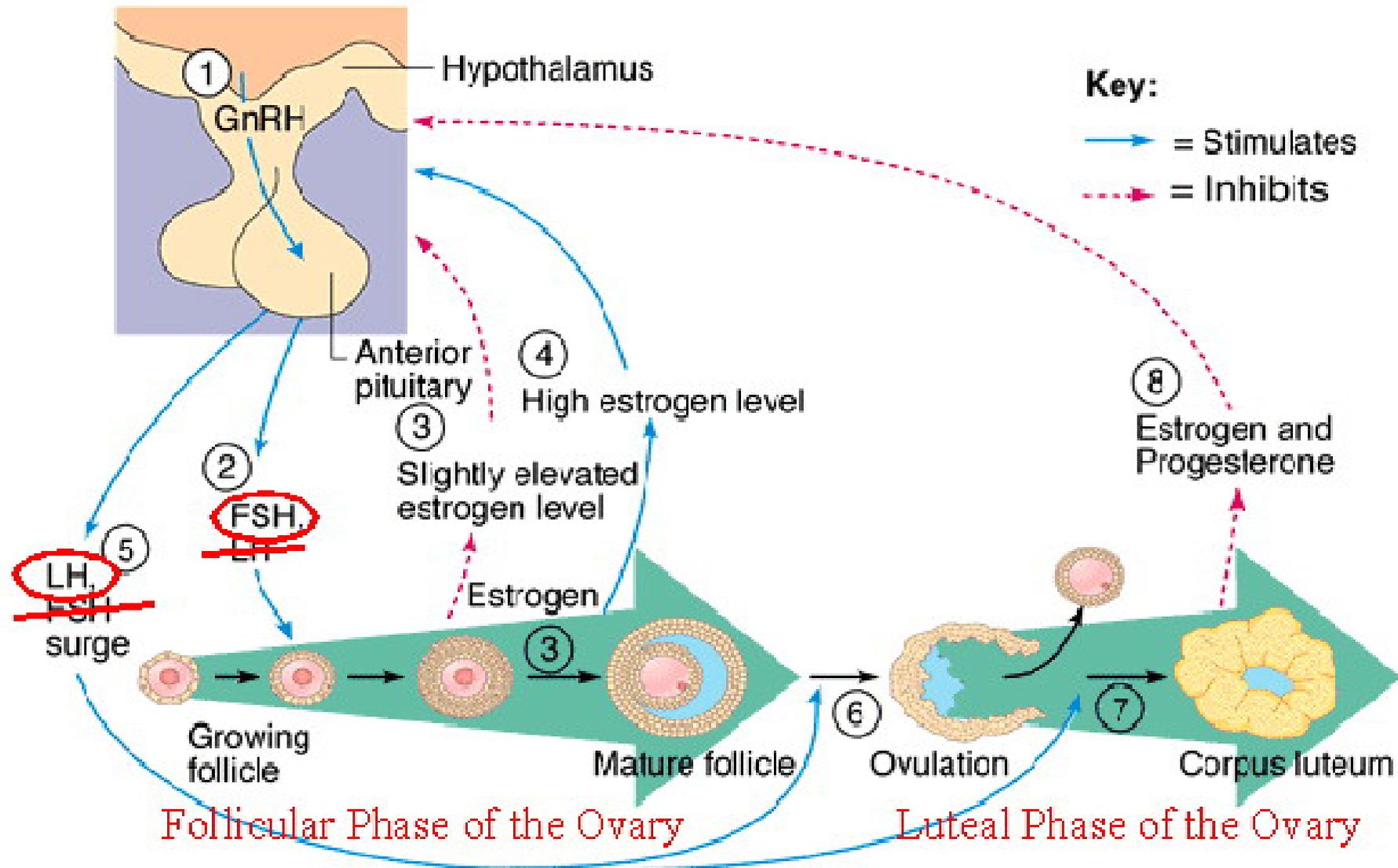
After the LH Surge



**Resumption
of Meiosis**

Gap Junctions are Destroyed!

Feedback Control of Oögenesis



Folículos primarios

En el bovino son activados aproximadamente al día 140 de la gestación
Los ovocitos tienen un tamaño de 30 μm y está rodeado de células de la granulosa cuboidales

Los ovocitos de folículos primordiales y primarios no se observan diferencias de tamaño.

Hacia el final de folículo primario, el ovocito inicia la síntesis de las glicoproteínas que formarán la zona pelúcida que terminará rodeándolo. Estas células inician el desarrollo de extensiones citoplásmicas que atraviesan la zona pelúcida para mantener una comunicación intercelular a través de uniones de tipo gap; además, se inicia una regulación continua de tipo paracrino que involucra productos, tanto del ovocito como de las CG, que son secretados hacia el espacio intercelular

Folículos secundarios

Aparecen al día 210 de gestación en la bovino, cuando las células foliculares están en plena división mitótica. Los folículos secundarios contienen aproximadamente 2 capas de células y el ovocito mide entre 50 a 60 μm de diámetro

Folículos terciarios

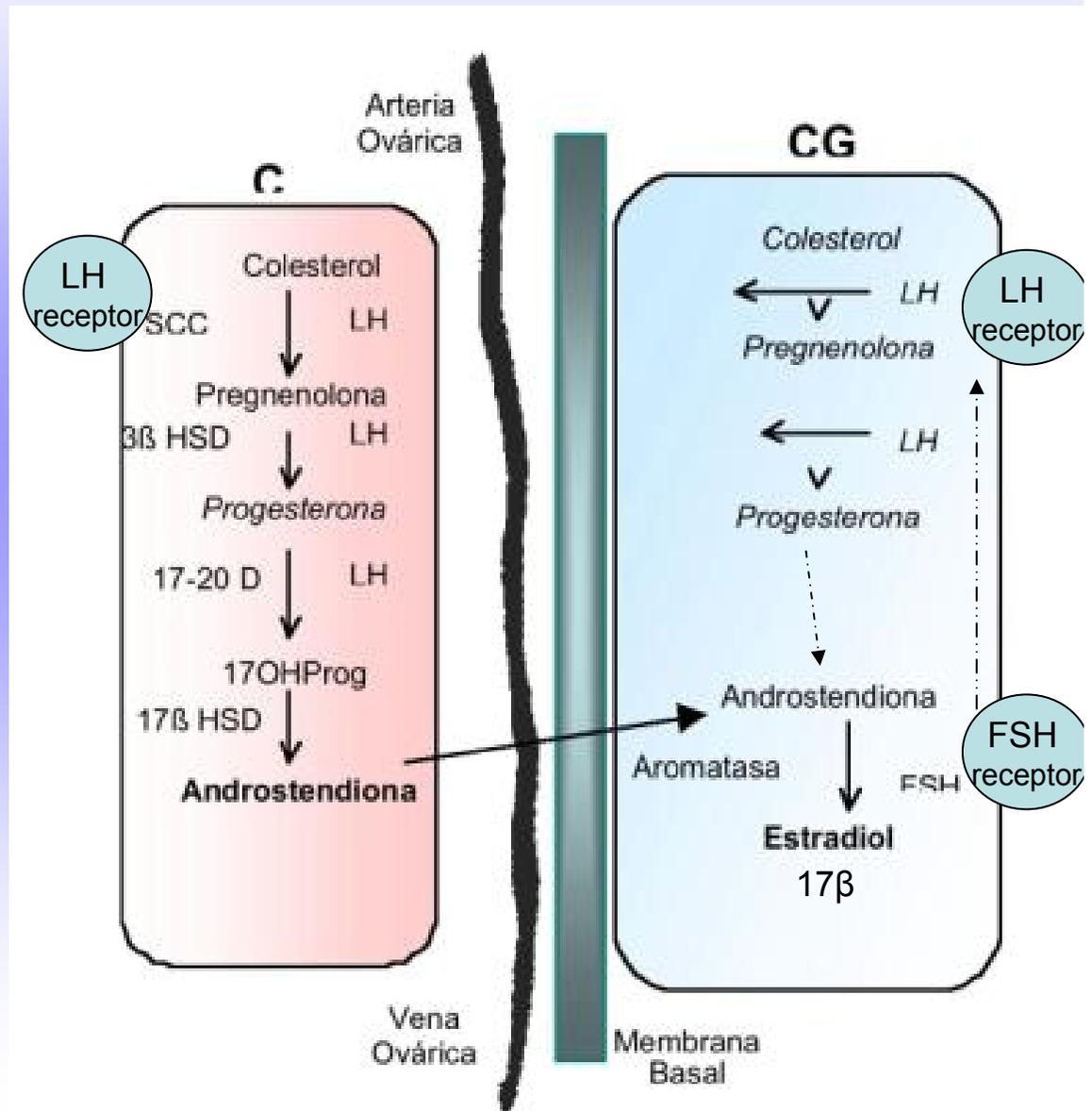
Los folículos terciarios o antrales son caracterizados por la presencia de cavidad conocida como antro. El antro es una cavidad llena de fluido folicular. El antro es detectado cuando el folículo tiene entre 0,12 y 0,28 mm de diámetro.

Los primeros folículos antrales aparecen alrededor de día 230 de gestación en el bovino, estos presentan una extenso numero de células que se unen por uniones gap para transferir nutrientes y señales de regulación en el ovocito y la célula de la granulosa

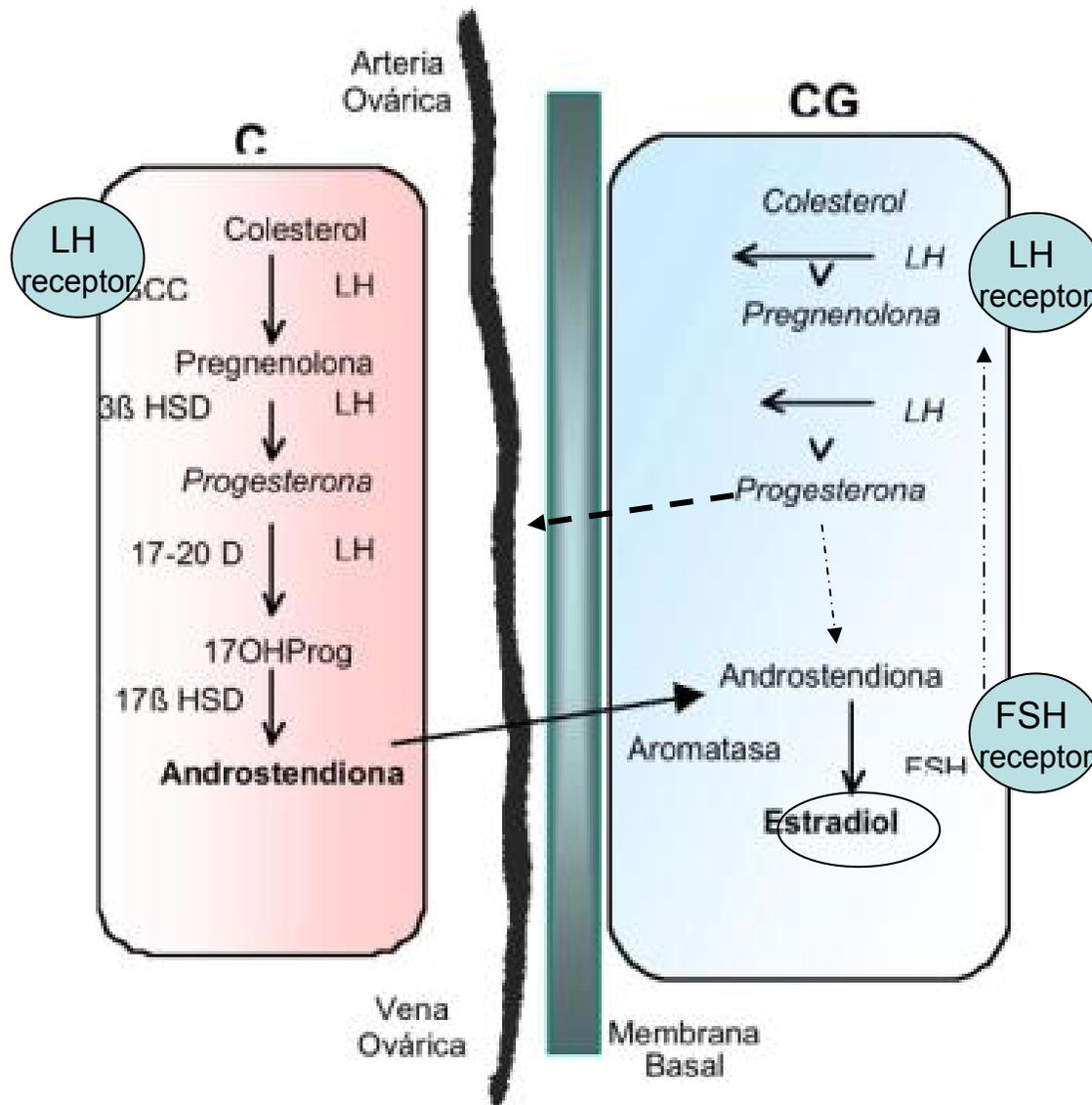
Esteroidogénesis en células de la granulosa (CG) y de la teca (CT) en folículos antrales.

La transición a folículo secundario se ha identificado como la etapa crítica de este proceso, ya que las CG proliferan hasta completar de 2 a 3 capas que rodean el ovocito, iniciándose la formación de la lámina basal y la diferenciación de las células estromáticas, para dar origen a las que serán las células de la teca (CT).

Las CG expresan en esta etapa el receptor de la FSH y, en presencia de esta gonadotropina, incrementan su actividad estrogénica, la cual será fundamental para continuar con el desarrollo del folículo.



Esteroidogénesis en células de la granulosa (CG) y de la teca (CT) en folículos antrales.



Los folículos antrales completamente desarrollados se denominan preovulatorios o de Graaf. Las CG que los conforman se encuentran diferenciadas regionalmente, y en esta fase la presencia del pico preovulatorio de LH iniciará la rediferenciación de las CG y las CT hacia células lúteas, la cual se completará una vez que se haya liberado el ovocito del folículo.

Pre-antral folículos – Regulación ?

primario → secundario

Paracrino

GDF 9, GDF9B

Kit/Kit ligand

KGF/HGF

Esteroids (androgenos)

Activina

Teca - CG - Ovocito

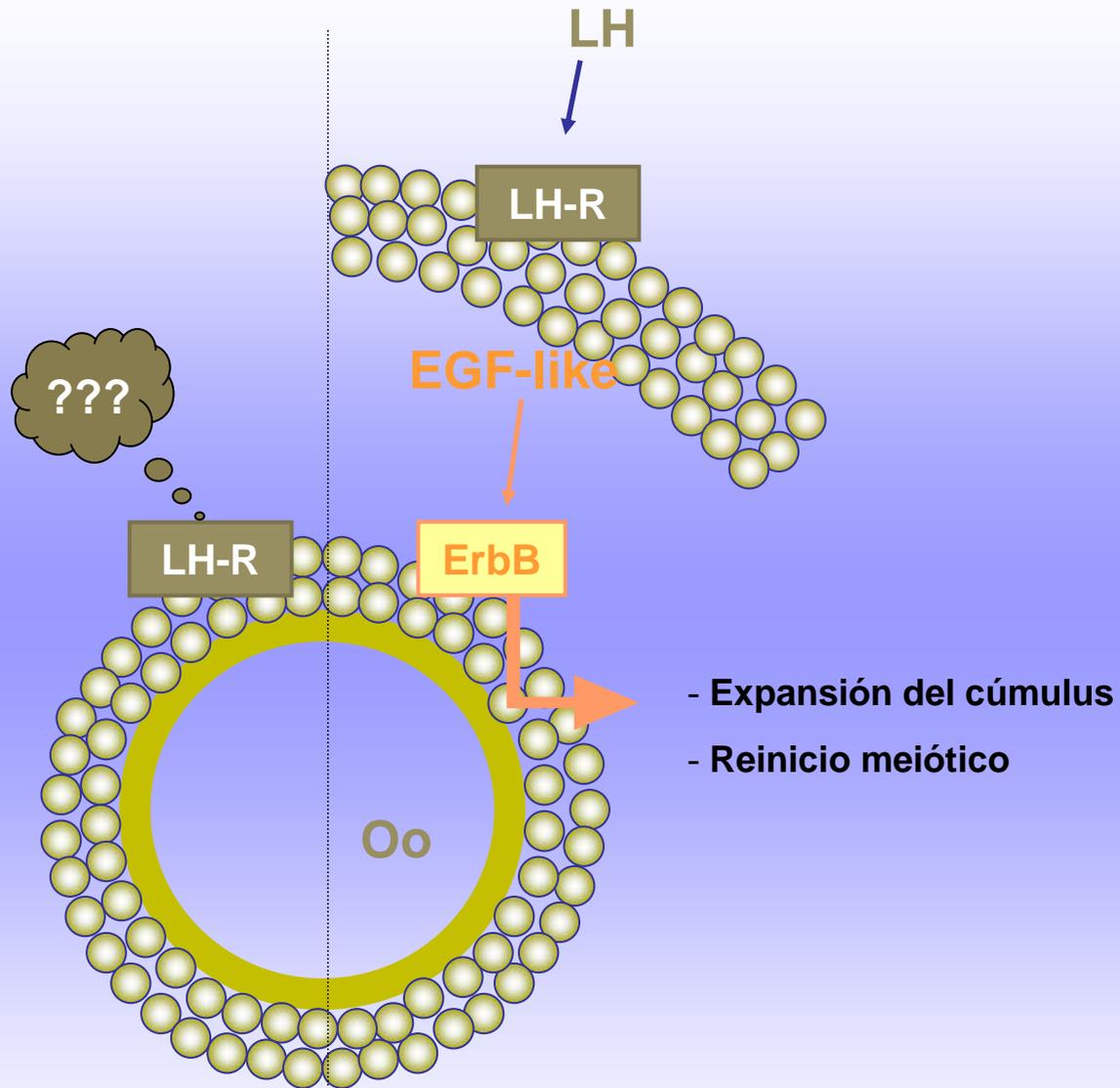
Sistémico:

FSH

LH

Leptin

Local:



EGF-like factors:

- Park et al, 2004
- Freimann et al, 2004
- Ashkenazi et al, 2005

La maduración del ovocito es un proceso complejo durante la cual el ovocito progresa de diploteno (profase I) a estado de metafase II (maduración nuclear) . El ovocito reinicia la meiosis en respuesta al pico ovulatorio de LH.

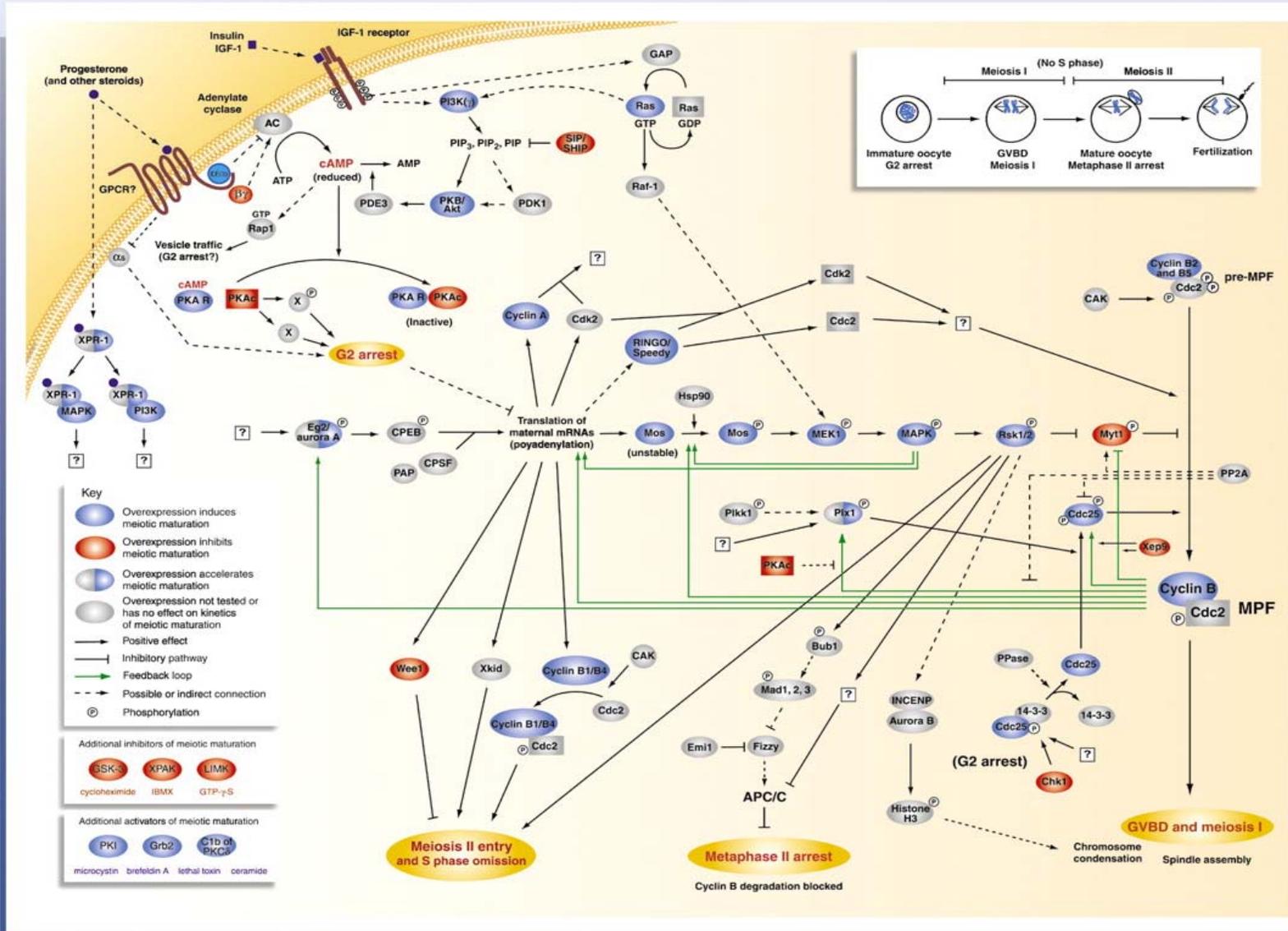
Apoptosis

Apoptosis juega un rol muy importante en la pérdida masiva de ovogonias y ovocitos durante la vida fetal y neonatal.

Apoptosis resulta de la activación de genes que codifican proteínas necesarias para conducir a una muerte celular programada.

Apoptosis es un fenómeno biológico fundamental, permanente, dinámico e interactivo.

Como función necesaria para evitar la sobreproducción celular, se sospechaba de su existencia, pero es un proceso ordenado y "silencioso" que no produce reacción tisular y por ello difícil de captar.

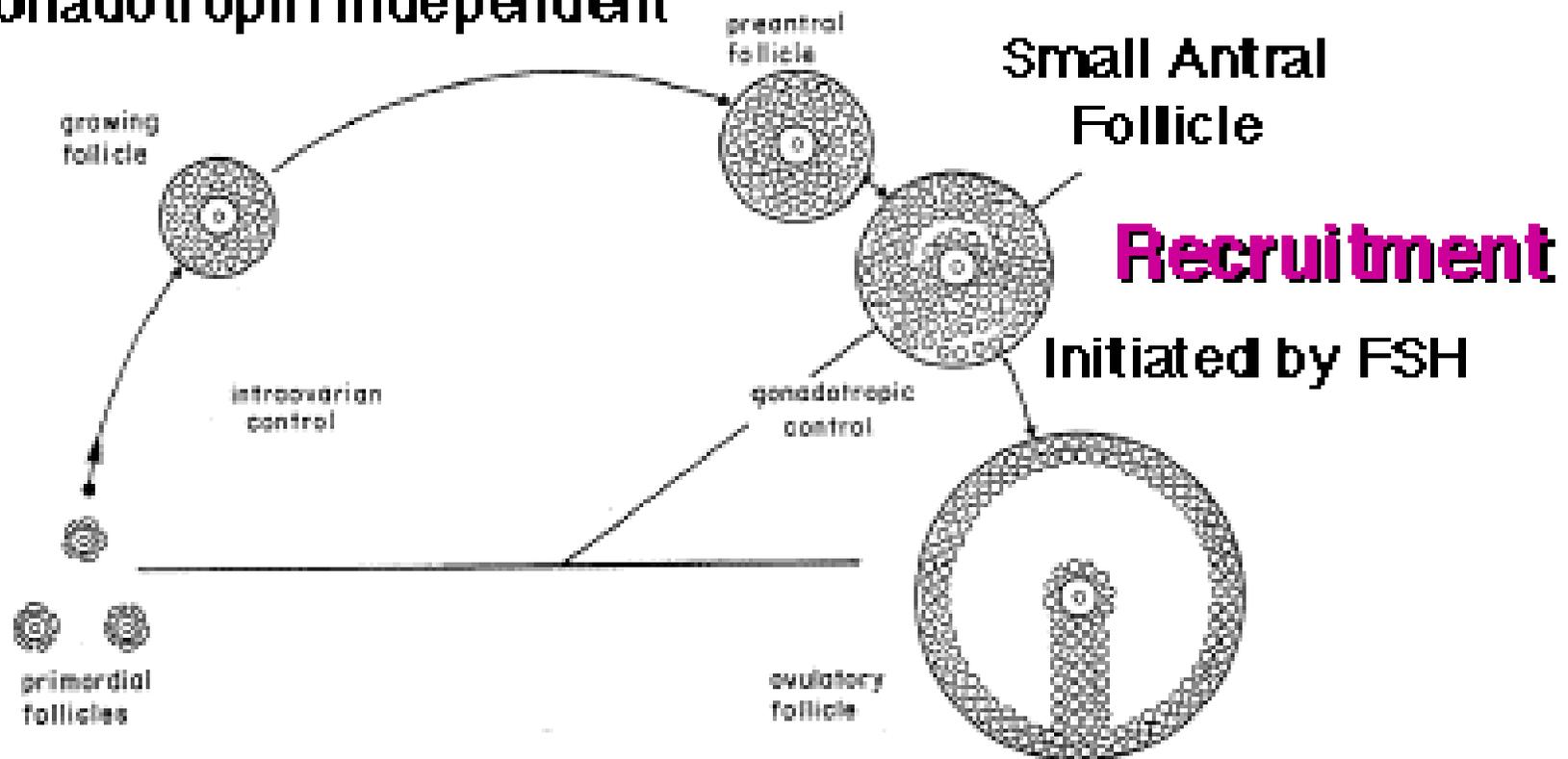


Complejo proceso de maduración de ovocitos (Schmitt y Nebreda, 2002)

Crecimiento folicular temprano

Follicular Growth

Gonadotropin Independent



Crecimiento folicular tardío

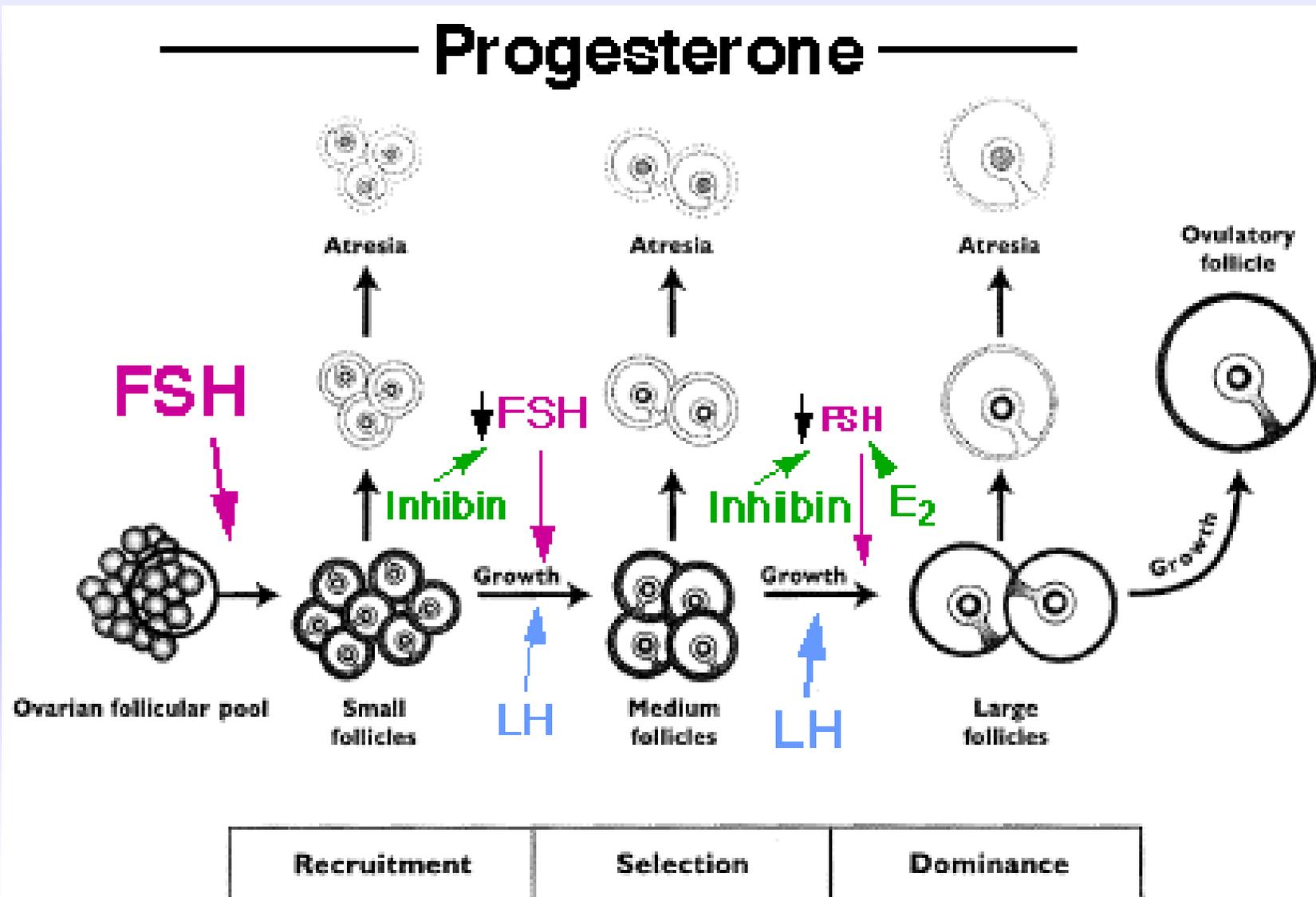
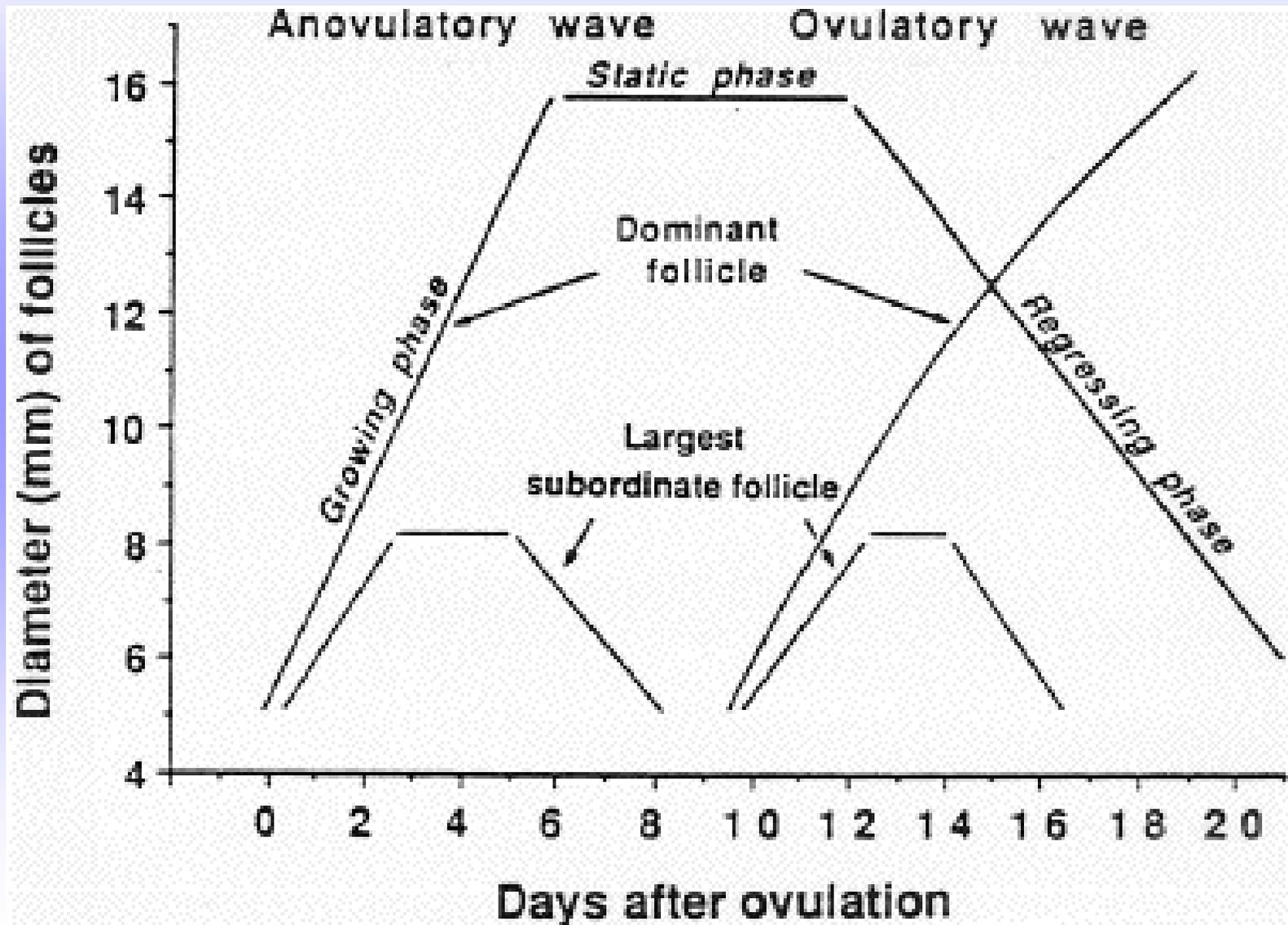
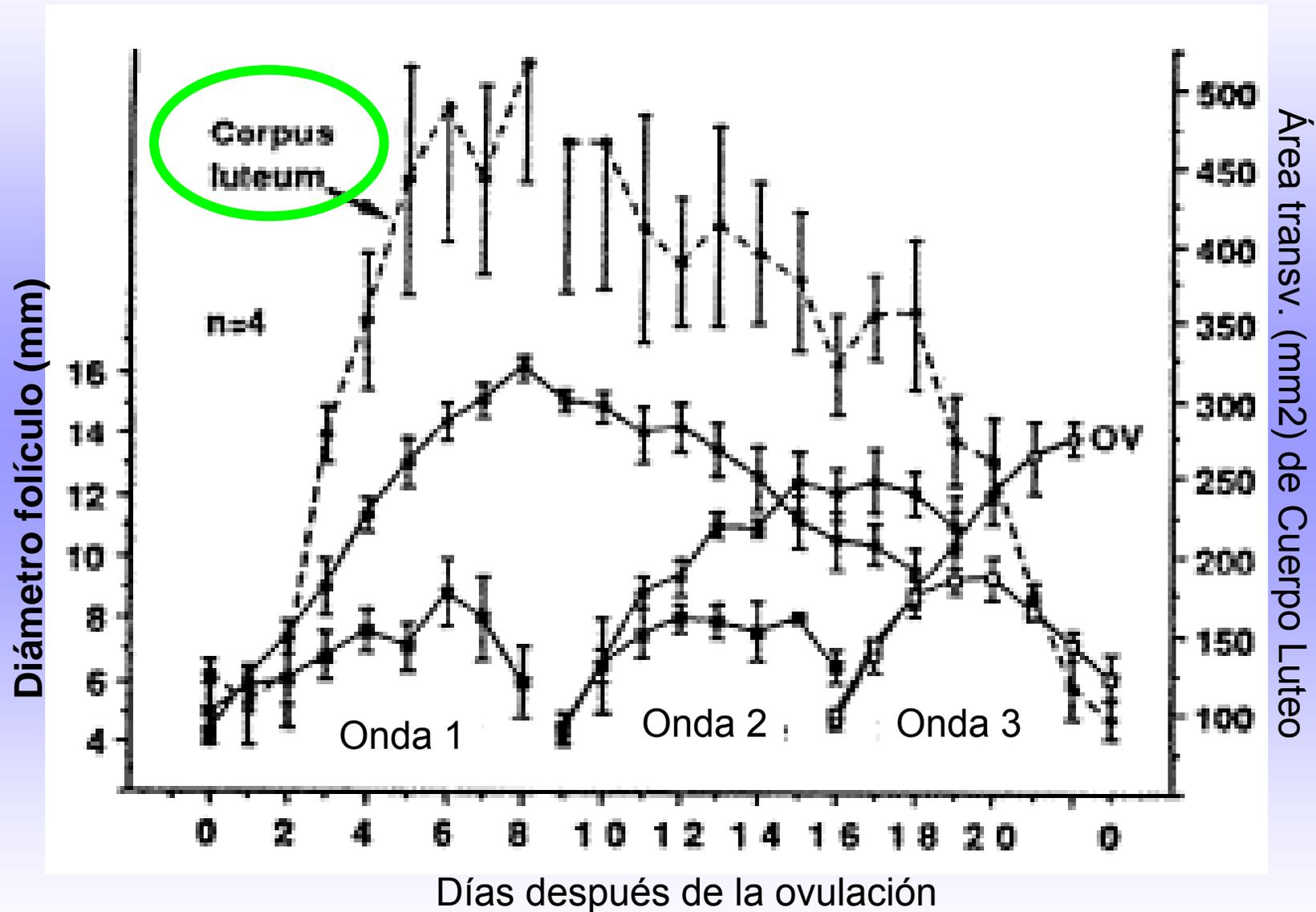


Diagrama de la dinámica de las ondas foliculares.

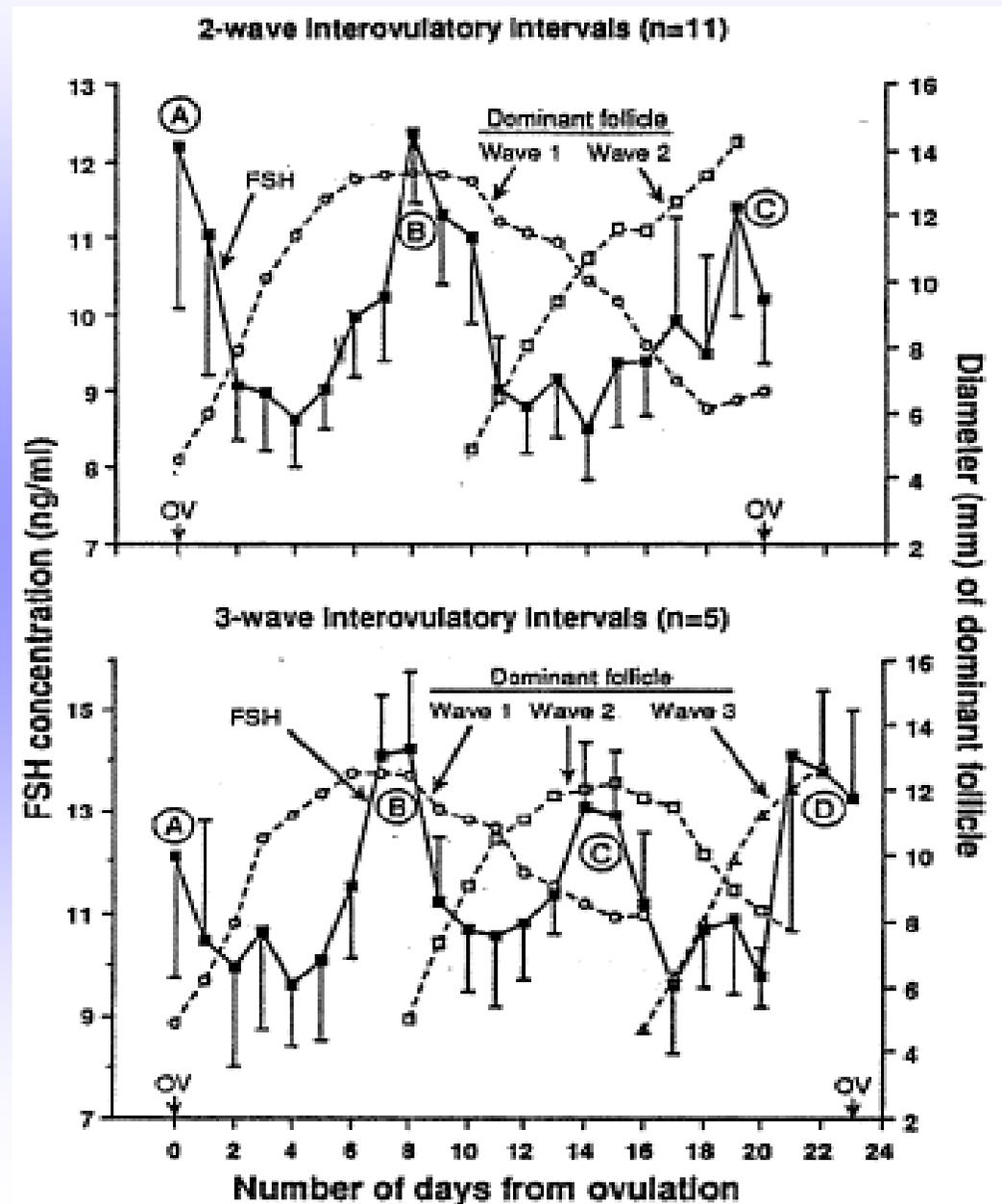


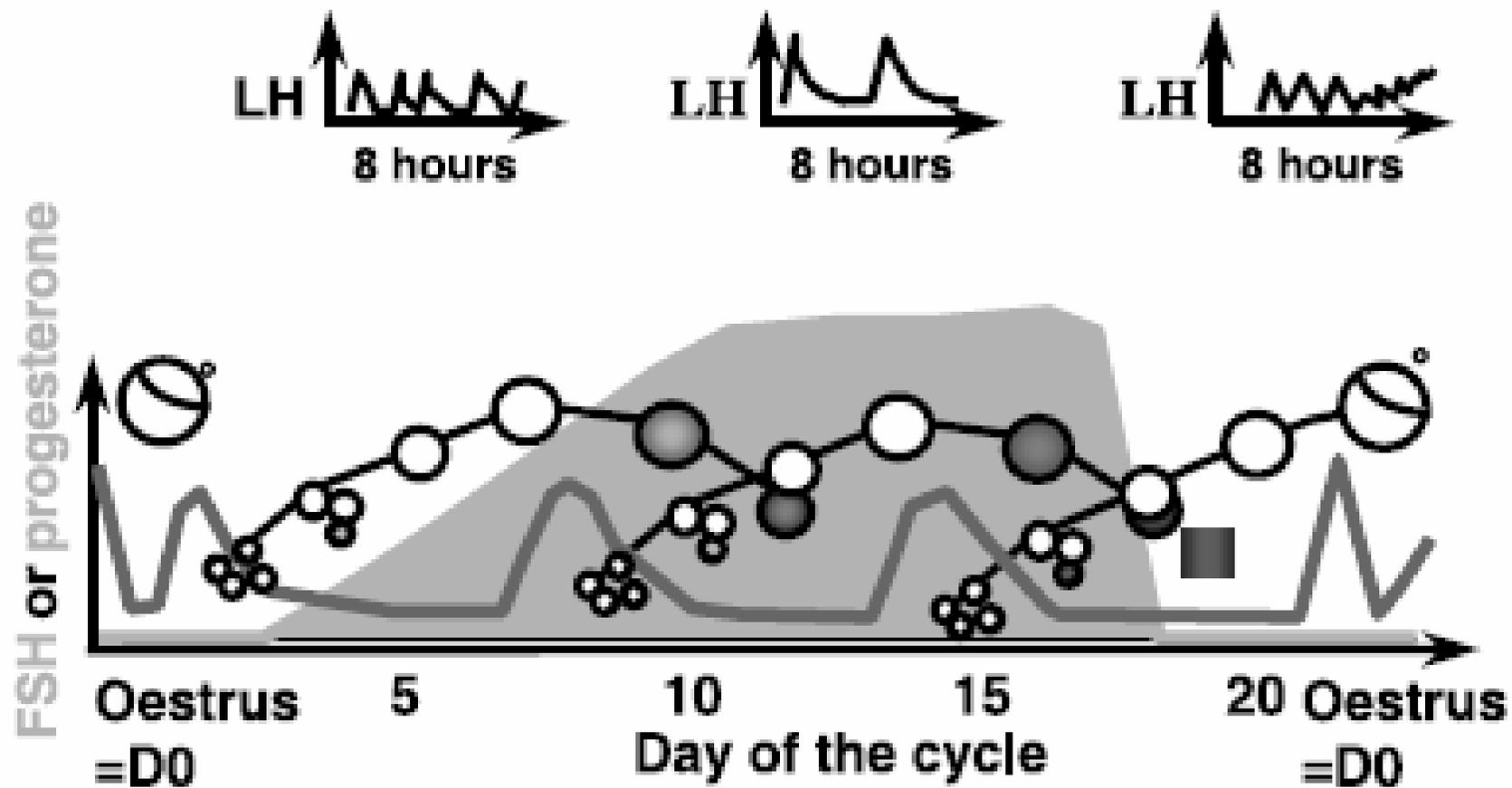
Patrón de onda folicular en vacas



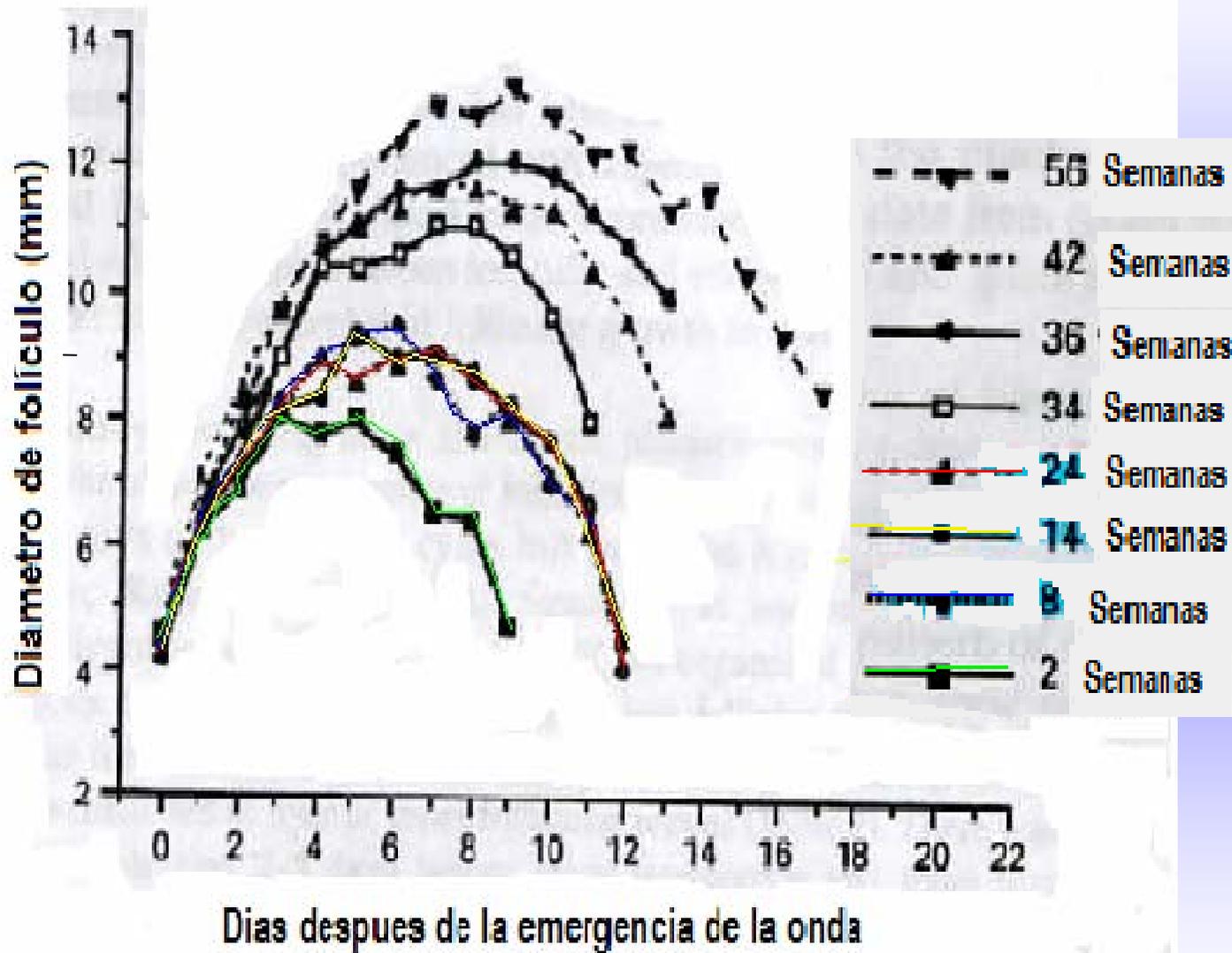
Ginther et al. (1996), Adams (1999) y Evans (2003)

Efecto de la FSH en el reclutamiento y la emergencia de las ondas foliculares



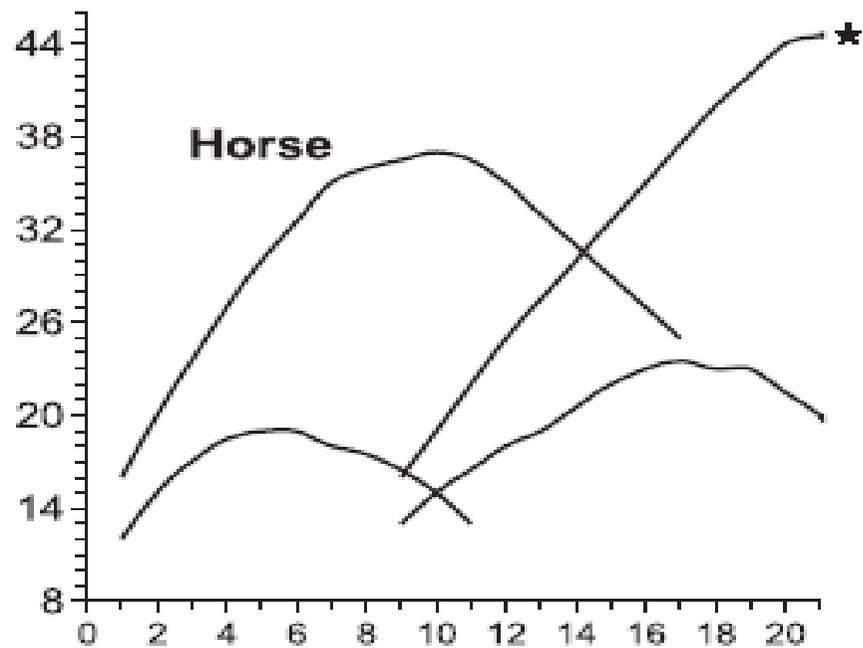
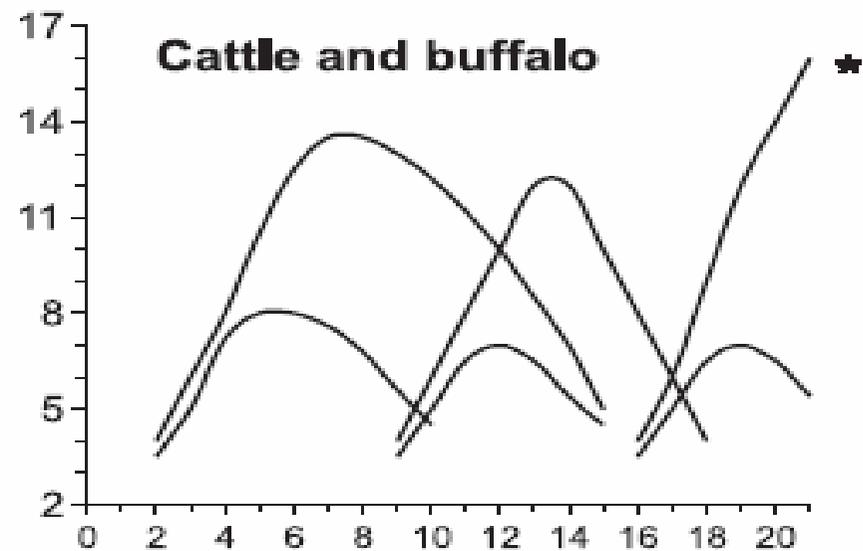
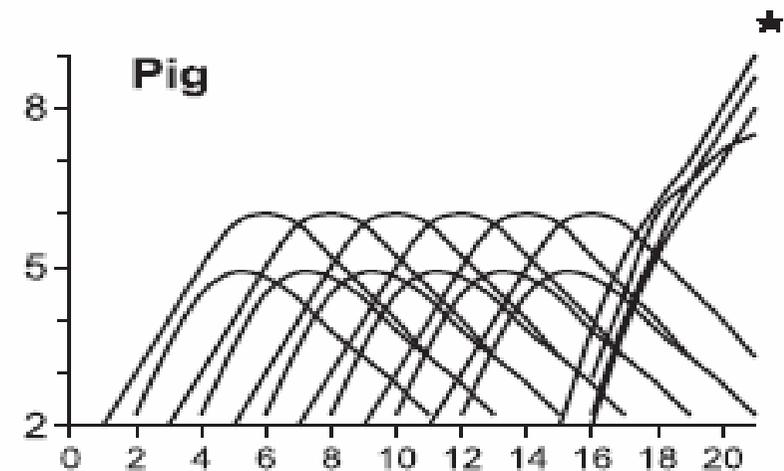
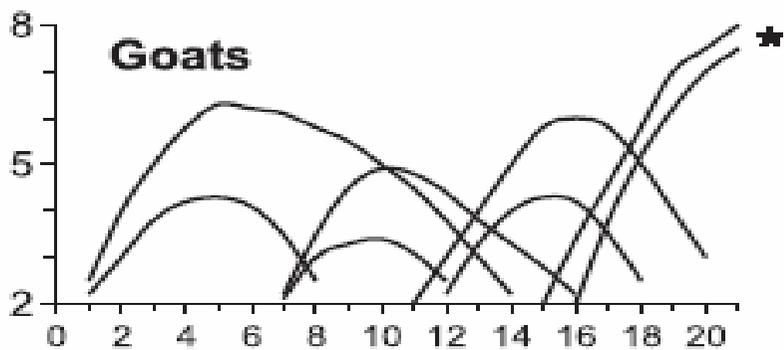
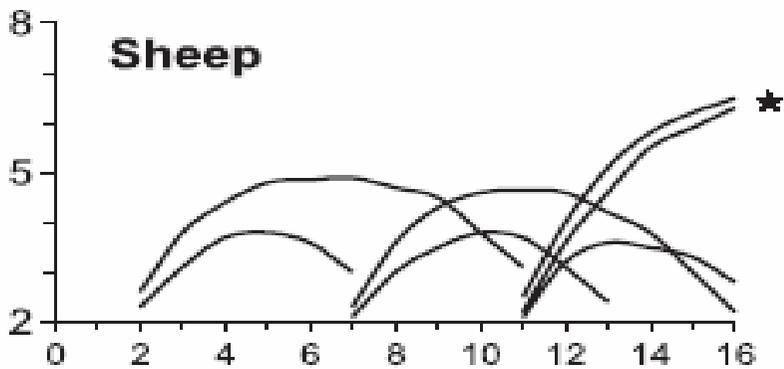


Onda folicular en terneras

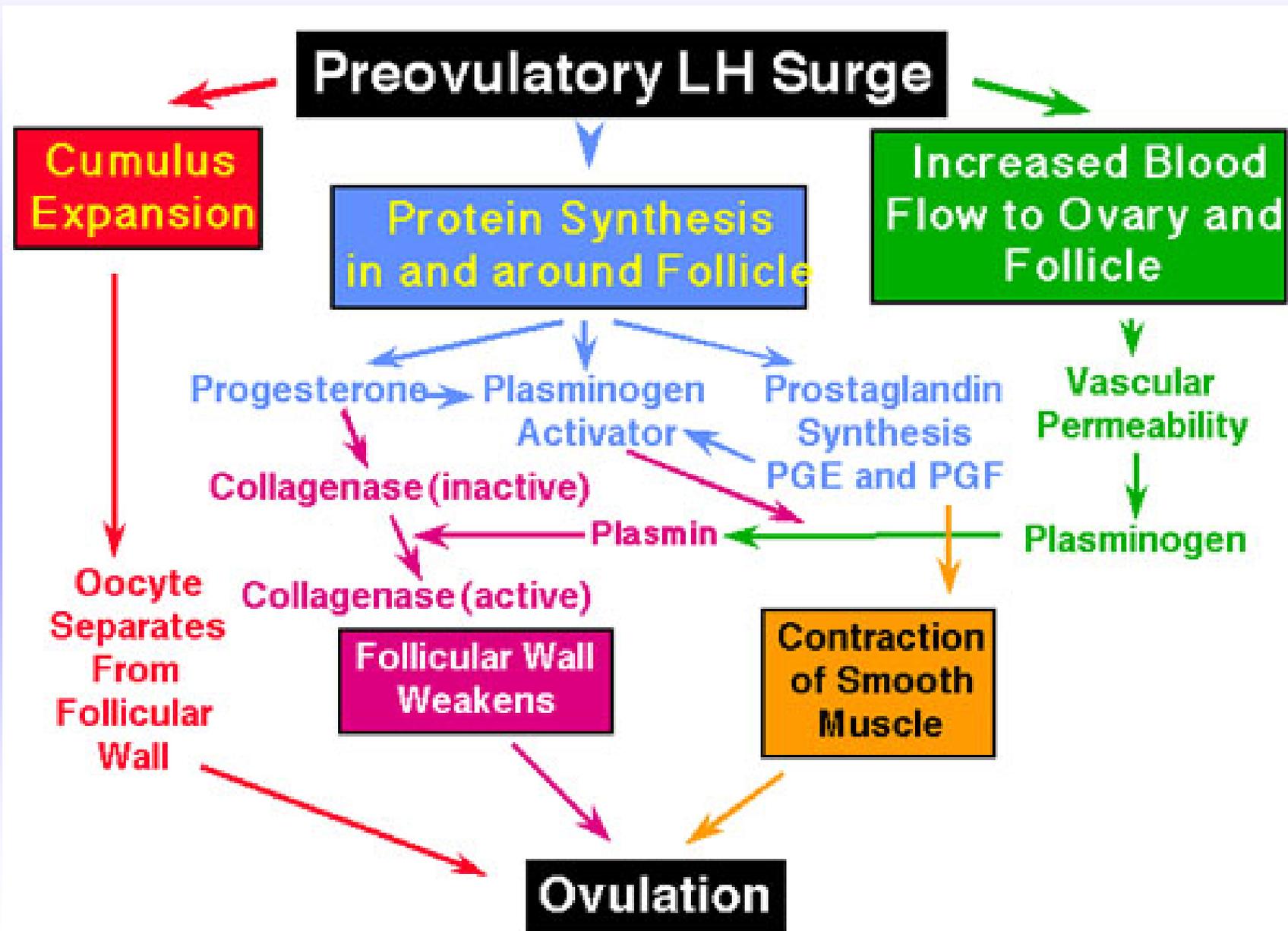


Adams (1999)

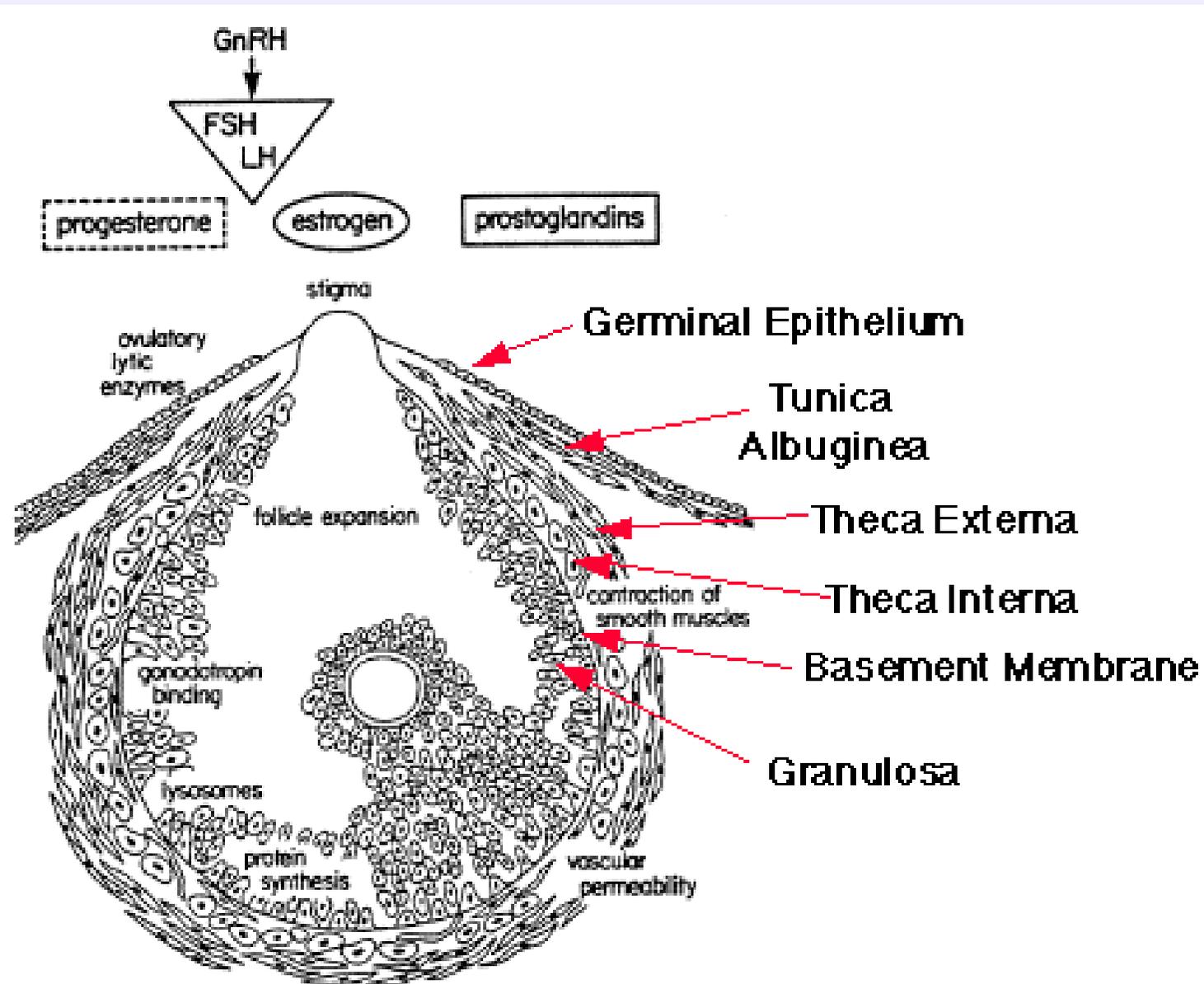
Follicle diameter (mm)



Day of the oestrous cycle



Folículo ovulatório



Ovulación, fecundación, reinicio de meiosis

