

CAPÍTULO 3: EXPLORACIÓN DEL OVARIO FISIOLÓGICO

FICHA 1

- EL CICLO ESTRAL
- DINÁMICA FOLICULAR I

INTRODUCCIÓN

A lo largo de este capítulo se abordará la exploración del ovario en condiciones fisiológicas. En primer lugar se realizará un breve recordatorio de la fisiología ovárica, para luego centrarnos en la exploración ecográfica.

EL CICLO ESTRAL

De forma resumida, podemos definir el ciclo estral como los eventos que tienen lugar en el ovario entre dos ovulaciones/estros. Evidentemente nos referimos a animales no gestantes y que presentan ovulaciones con una cierta periodicidad. La vaca muestra ciclos estrales de una duración media de 21 días con un intervalo entre los 18 y 24 días. Podemos dividir este ciclo en dos fases: **folicular**, que englobaría el proestro y el estro y **luteínica**, que abarcaría el metaestro y el diestro.

Fase folicular:

Se trata de la fase del ciclo estral en la que predominan los estrógenos (E2).

- **Proestro:** periodo previo al estro en el que se lleva a cabo la mayor parte del crecimiento del folículo (F) que ovulará durante el estro. El cuerpo luteo (CL) está en periodo de regresión con lo que los niveles de progesterona (P4) están en descenso, mientras que los de E2 se incrementan a medida que crece el F.
- **Estro:** se corresponde con la última fase del crecimiento del F. Los niveles de E2 son muy elevados, induciendo un comportamiento característico en la hembra (comportamiento de celo) y estimulando el centro cíclico hipotalámico que inducirá el pico de LH, responsable de parte de esta fase de crecimiento folicular y de la ovulación, que tendrá lugar unas horas después de finalizado el estro.

Fase Luteínica:

Se trata de la fase del ciclo estral en la que predomina la P4.

- **Metaestro:** Es la fase inicial en la que se desarrolla un CL en el ovario tras la ovulación. Los niveles de P4 aumentan progresivamente.
- **Diestro:** La fase más larga, el ovario presenta un CL activo que produce P4 y dura hasta el momento de la luteolisis.

OVARIO	CL en desarrollo F en desarrollo	CL desarrollado F en desarrollo	CL regresando F en desarrollo	CL regresado F preovulatorio
	P4 en aumento E2 basales	P4 alta E2 basales	P4 en descenso E2 en aumento	P4 basal E2 alta
	METAESTRO (5d)	DIESTRO (10d)	PROESTRO (5d)	ESTRO
	FASE LUTEÍNICA (15d)		FASE FOLICULAR (7d)	

Esta es la forma simple de explicar el ciclo estral, pero los cambios que ocurren en el ovario a lo largo del ciclo son más complejos que una simple predominancia del CL o el F. Para sacarle partido al ecógrafo en la exploración de los ovarios es necesario conocer con detalle los cambios que se producen en estos órganos casi, podríamos decir, que día a día. Estos cambios son los que describiremos en los siguientes apartados que son la **dinámica folicular** y el **desarrollo del cuerpo lúteo**.

DINÁMICA FOLICULAR

En la vaca está perfectamente documentado¹ que el crecimiento folicular se produce en oleadas a lo largo del ciclo, normalmente 2 o 3 (fig. 1). Estas ondas tienen 3 fases: **reclutamiento**, **selección** y **dominancia**^{1,2,3} (fig. 2) y el fin es la selección de un único folículo para la ovulación, ya que se trata de una especie monovular

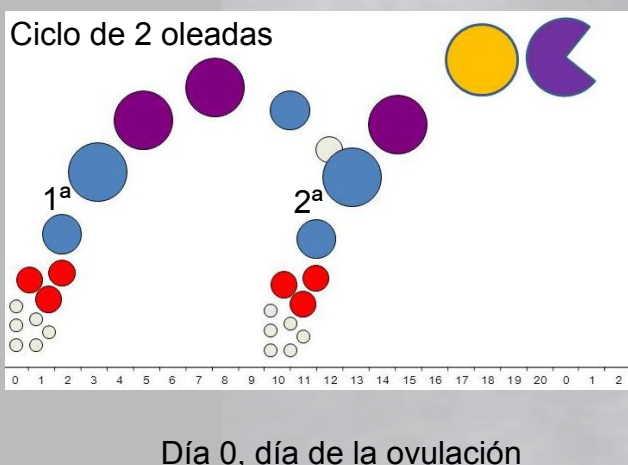


Fig 1.- Representación del crecimiento folicular en ciclos de 2 y de 3 oleadas.

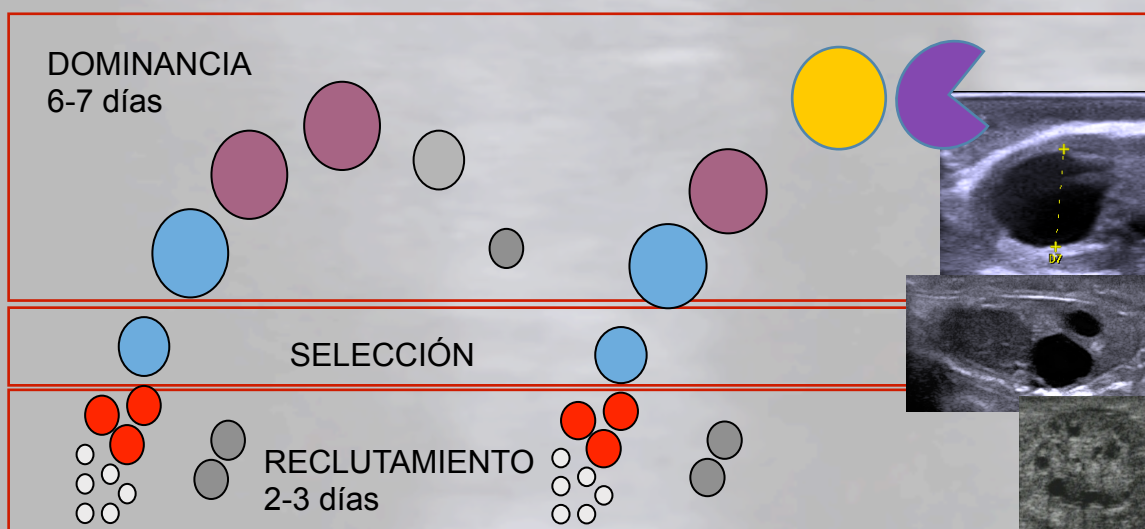
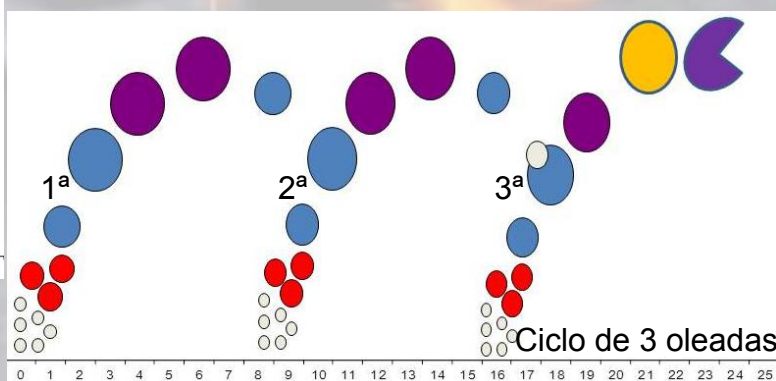


Fig 2.- Fases de una oleada de crecimiento folicular.

Reclutamiento: Se caracteriza por el crecimiento repentino (durante 2-3 días) de un número de F variable (8-41), detectables por ecografía con un tamaño entre 2 y 5 mm. Como ya sabemos, la vaca nace con una dotación de ovocitos detenidos en profase meiotica, cada uno en el interior de un pequeño F (folículo primario). Estos serán los ovocitos disponibles para toda la vida de la vaca, al contrario que en el macho que llevará a cabo la espermatogenesis en sus testículos durante casi toda su vida. Los ovocitos detenidos en la profase meiotica crecerán dentro del folículo hasta que la hembra alcance la pubertad, momento en el que comenzaran las oleadas de crecimiento folicular y un determinado número de estos F será reclutado⁴ (fig. 3 y 4).

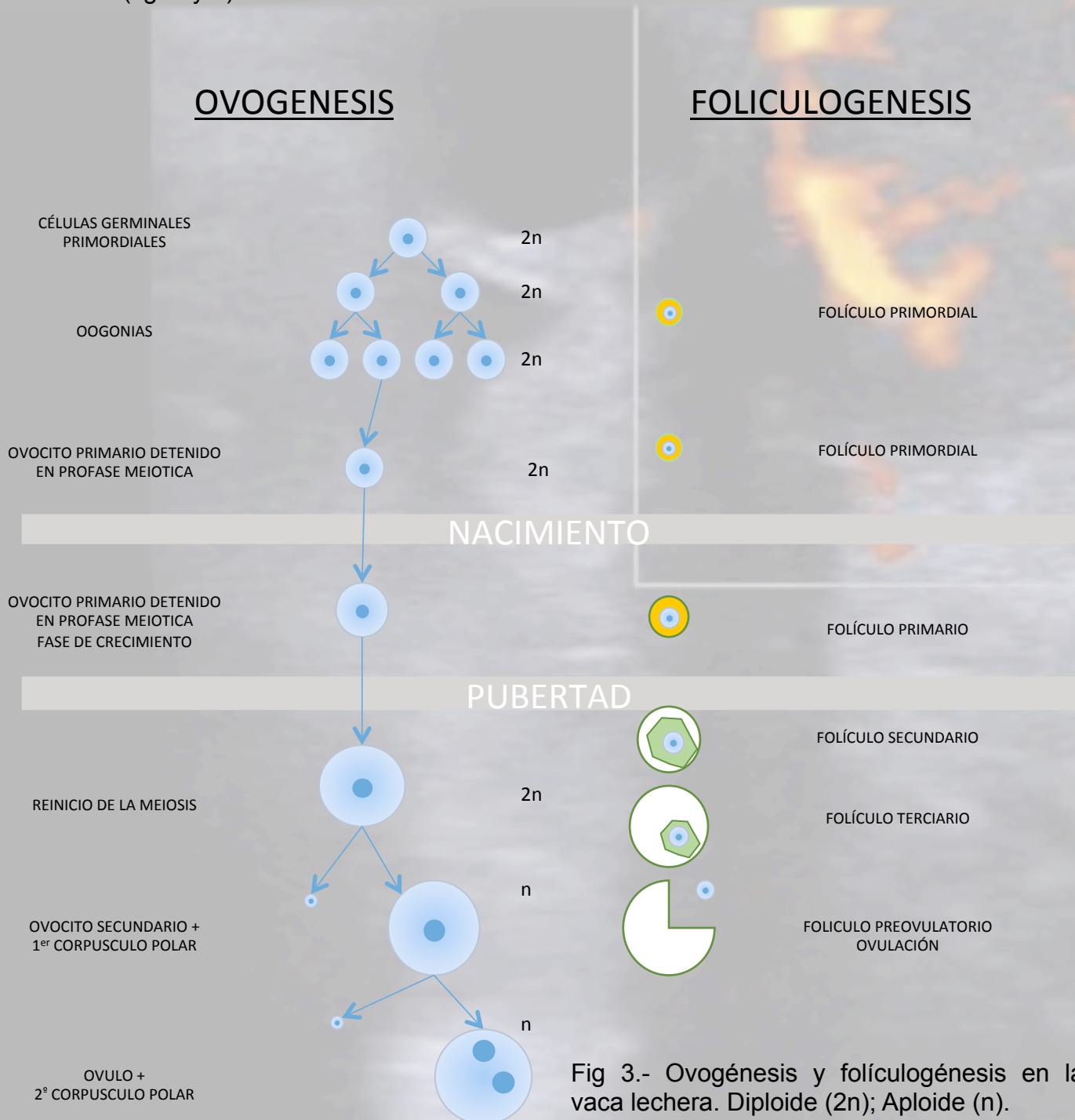


Fig 3.- Ovogénesis y folículo-logénesis en la vaca lechera. Diploide ($2n$); Aploide (n).

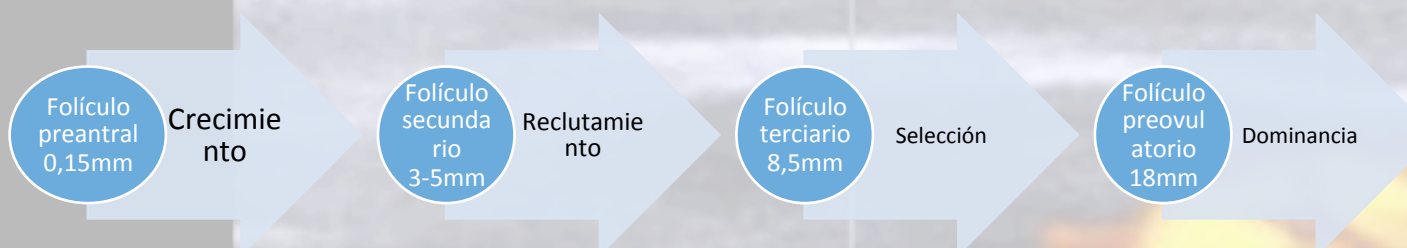


Fig 4.- Fases del desarrollo de los folículos

Selección/desviación. Tras los primeros 2-3 días en que todos los F reclutados crecen más o menos al mismo ritmo y cualquiera de ellos tiene capacidad para evolucionar a F dominante⁵, uno es seleccionado y continúa creciendo, mientras el resto (subordinados) se atresian y desaparecen. Los diferentes trabajos al respecto indican que el F dominante seleccionado suprime el crecimiento de los subordinados de su misma oleada⁶. El proceso por el cual un F es seleccionado y bloquea el desarrollo de los demás es poco conocido y ha sido objeto de numerosos estudios. A modo de resumen podemos decir que antes de alcanzar el tamaño en el que se produce la desviación (8.5 mm en la vaca)⁶ dentro del F que será dominante ocurren ciertos cambios físicos y bioquímicos que aseguran el dominio del futuro F seleccionado. Esto ocurre cuando se produce un progresivo descenso de las concentraciones circulantes de FSH y el incremento de la LH (fig. 5). Los factores intrafoliculares que son candidatos para la activación de la desviación incluyen los relacionados con el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF), los esteroides, los péptidos inhibina-A/activina-A, los receptores de gonadotropinas, factores angiogénicos y otros factores intrafoliculares^{7,8,9}. Esto provoca unos cambios en el F que lo hacen más receptivo a los cambios hormonales que están teniendo lugar, descenso de FSH y elevación de LH. Aunque todos los F de la oleada pueden ser dominantes, solo el seleccionado está preparado para responder de forma adecuada a los cambios hormonales que se producirán¹⁰. Durante el crecimiento de los F se desarrolla en la teca un importante entramado vascular, diversos estudios demuestran que el F seleccionado muestra un incremento vascular superior a los no seleccionados¹¹.

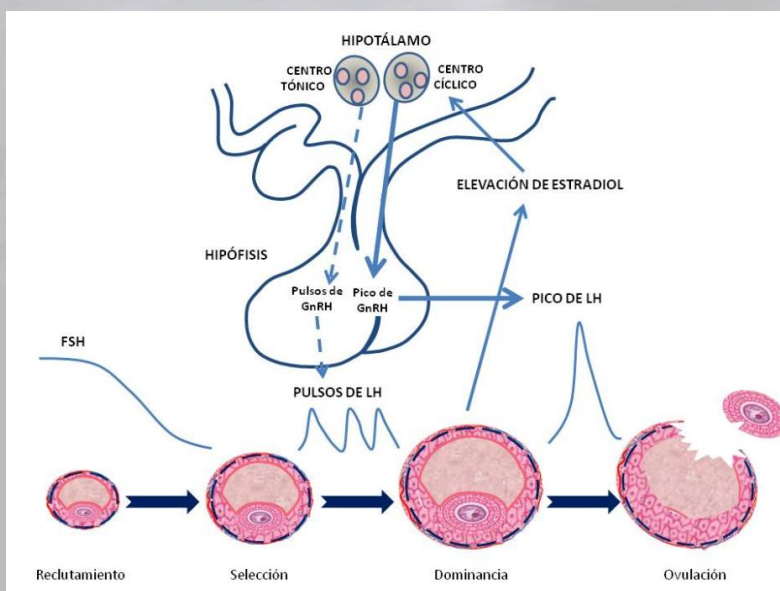


Fig 5.- Regulación hormonal del desarrollo folicular y ovulación.

Dominancia: El F seleccionado sigue creciendo mientras los demás desaparecen, hasta llegar al tamaño preovulatorio. Si no existe CL se producirá la ovulación y si existe un CL activo tendrá lugar la regresión de este F y la emergencia de una nueva oleada de crecimiento folicular. Este F preovulatorio sufrirá una serie de cambios encaminados a facilitar su ruptura (ovulación) y la formación posterior del CL. Uno de estos cambios consiste en el incremento de la vascularización de la pared folicular entre el momento en que se produce el pico de LH y el inicio de la formación del CL^{12,13} (fig. 6). El mecanismo concreto por el cual la LH induce esta hiperemia en la pared del F se desconoce hasta el momento, si bien se especula con ciertas sustancias vasoactivas implicadas en la ovulación y la formación del CL^{14,15}. En ovulación espontánea este incremento de flujo se puede observar tras el pico de LH (unas 24h antes de la ovulación), mientras que en ovulaciones inducidas con GnRH el incremento se produce casi inmediatamente después de la administración de la GnRH, dicho incremento se puede observar solo en el F preovulatorio, el F atrésico de la oleada anterior (en muchos casos de tamaño similar al preovulatorio) no presentará incremento del flujo vascular en su pared¹⁶.

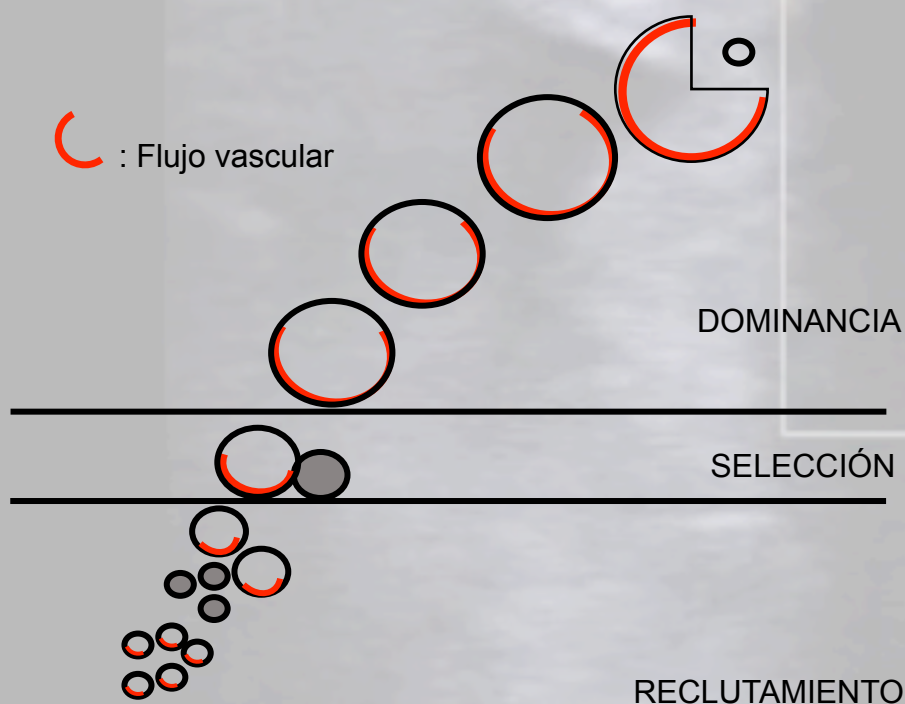


Fig 6.- Evolución del flujo vascular en el folículo a lo largo de su desarrollo.

La emergencia de la primera oleada de crecimiento folicular, tanto en ciclos de 2 como de 3 oleadas, se produce el día de la ovulación (día 0), la segunda tiene lugar entre los días 9-10 en los ciclos con dos oleadas y entre los días 8-9 en los de 3. En estos últimos, la tercera oleada emerge entre el día 15 y 16 (fig. 1). El F dominante presente durante la luteolisis será el que ovule, retrasando la emergencia de una nueva oleada hasta el momento de la ovulación³.