

Reproducción en bovinos de carne

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente
Universidad de la Frontera

Cátedra de Producción de Carne
2024

- ✓ La reproducción de los animales de carne es un proceso esencial para lograr éxito técnico y económico en un sistema productivo
- ✓ Alcanzar una alta eficiencia reproductiva es un requisito necesario para lograr éxito productivo y económico
- ✓ La reproducción está regulada por el sistema endocrino de los animales y por las condiciones ambientales donde se desarrolla el crecimiento y producción de los animales



- ✓ La cuantificación de la eficiencia reproductiva de las hembras pertenecientes a un rebaño es un elemento determinante para definir su capacidad productiva a través de la vida
- ✓ Este parámetro determina si la hembra debe ser reemplazada y vendida o permanece en el rebaño como animal productivo
- ✓ La mayor longevidad de las hembras permite disminuir los costos de reposición del ganado productivo y la opción de una mayor venta de animales que genera más ingreso por cabeza o unidad de superficie

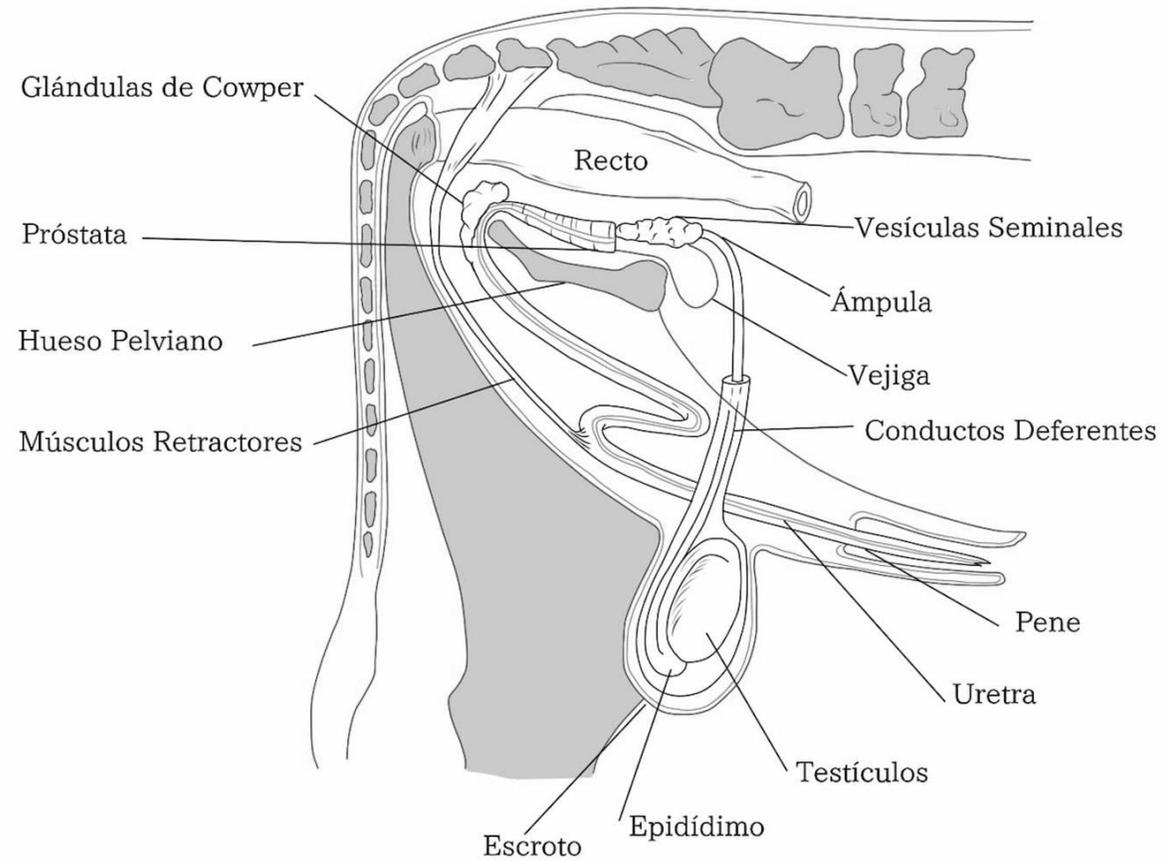


- ✓ Para lograr que un rebaño sea eficiente del punto de vista productivo las hembras deben presentar ciertas características fundamentales:
 - Rápido crecimiento entre nacimiento y pubertad
 - Alcanzar la pubertad en edad temprana
 - Ser fértil
 - Producir crías viables
 - Producir leche suficiente para alimentar al ternero
 - Rápida recuperación post parto
 - Regularidad en la producción de crías (intervalos inter partos regulares)

- ✓ Todos estos elementos se deben considerar en la elección de las hembras de reemplazo



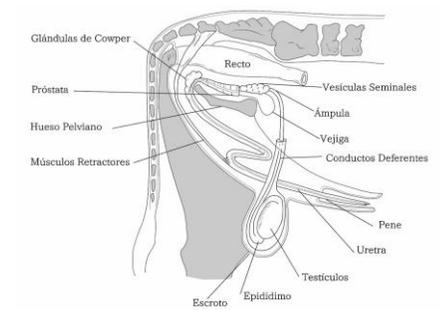
Anatomía del aparato reproductor del macho



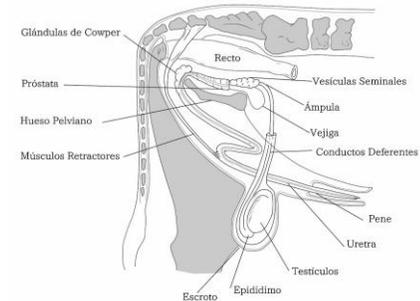
Componentes del aparato reproductor del macho bovino

✓ El aparato reproductor del macho está conformado por las siguientes partes:

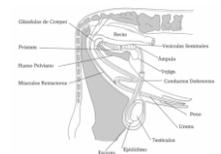
- Testículos
- Epidídimo
- Conducto deferente
- Glándulas sexuales accesorias
- Parte distal de la uretra
- Pene
- Prepucio
- Escroto



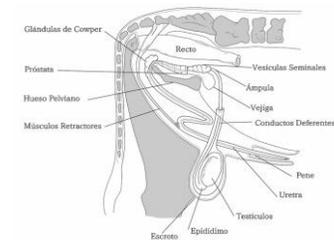
- ✓ Los **testículos** funcionan para producir espermatozoides (componente exocrino) y las hormonas sexuales masculinas llamadas andrógenos (componente endocrino), siendo la testosterona una de las principales
- ✓ Son órganos elipsoides sólidos que en el extremo craneal se ubica la cabeza del epidídimo y en extremo caudal la cola del epidídimo
- ✓ Los testículos son cuerpos pares de \pm 15 cm de longitud (incluido el epidídimo), 16 a 18 cm de diámetro y peso aproximado de 300 g
- ✓ Se localizan bajo el conducto inguinal encerrados en el escroto
- ✓ A menudo uno de los testículos posee mayor tamaño (izquierdo)



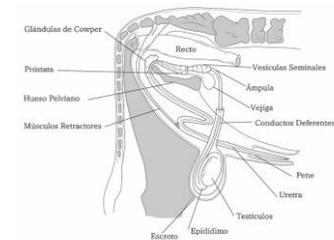
- ✓ El **epidídimo** es un órgano alargado que se encuentra formado por numerosas circunvoluciones del conducto epididimario
- ✓ Está fijo a uno de los bordes del testículo y se puede extender un poco hacia los dos extremos o polos testiculares
- ✓ Posee tres partes: la cabeza, el cuerpo y la cola
- ✓ En la cabeza se forma el ducto epididimario donde se madura el esperma
- ✓ El cuerpo crea un espacio llamado bolsa testicular
- ✓ La cola que está unida al testículo se reduce el diámetro y se origina el ducto deferente



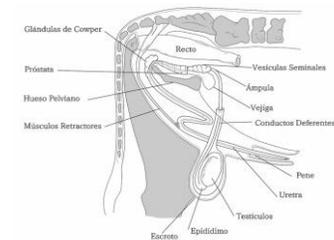
- ✓ El **epidídimo** tiene una función mecánica donde establece la comunicación entre el testículo y el conducto deferente
- ✓ Tiene la capacidad de almacenar espermatozoides y proveer un ambiente para el desarrollo final de estos



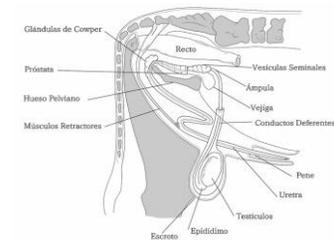
- ✓ El **conducto deferente** es la continuación del conducto epididimario y posee un trayecto tortuoso en su inicio y después rectilíneo
- ✓ Este conducto es un tubo muscular que se ubica dentro del cordón espermático y es el componente principal del aparato reproductor
- ✓ Es la continuación del epidídimo y está involucrado en el transporte de espermatozoides desde el epidídimo hacia los conductos eyaculadores



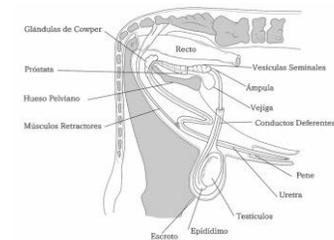
- ✓ Las **glándulas genitales accesorias** incluyen a la próstata, el ámpula del conducto deferente, la glándula vesicular y la bulbouretral
- ✓ Todas estas glándulas ayudan a la fisiología de la reproducción las cuales secretan los fluidos que se adicionan a los espermatozoides con lo cual la combinación de fluidos y espermios pasa a tomar la denominación de **semen**



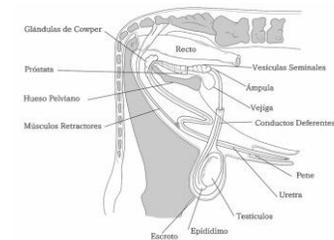
- ✓ La **glándula vesicular** o vesícula seminal es un órgano tubular par, con pared gruesa y de longitud aproximada de 25 cm
- ✓ Su principal función es la producción y almacenamiento del líquido seminal, que es expulsado durante la eyaculación para ayudar en el transporte y la protección de los espermatozoides



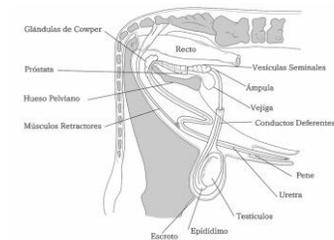
- ✓ La ampolla o **ámpula del conducto deferente** es un ensanchamiento provocado por la proliferación glandular en la pared del conducto cuya función es producir una secreción mucoide y viscosa, rica en carbohidratos, que se adiciona al líquido seminal
- ✓ Esta ampolla transporta los espermatozoides fuera de los testículos



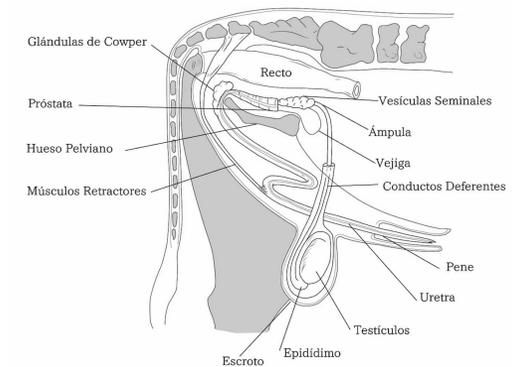
- ✓ La **próstata** está presente en todos los mamíferos domésticos y consta de un cuerpo formado por dos lóbulos: derecho e izquierdo
- ✓ Los lóbulos yacen sobre la superficie dorsal de la uretra y están conectados por un istmo y una parte diseminada formando una capa glandular en la pared uretral
- ✓ La próstata secreta proteínas o mucus que neutraliza el plasma seminal e inicia el desplazamiento de los espermatozoides eyaculados



- ✓ Las **glándulas bulbouretrales** o glándulas de Cowper se originan como evaginaciones del epitelio, que recubre el seno urogenital
- ✓ Químicamente la secreción de estas glándulas corresponde a un líquido mucoso proteico que es descargado como pre eyaculado a la uretra pelviana y sirve para limpiar a la uretra de la orina, lubricar y neutralizar el pH uretral del macho, así como lubricar la vagina de la hembra



- ✓ El **pene** es el órgano de la cópula y en los mamíferos es altamente especializado
- ✓ Se origina en el hueso isquion y se extiende hasta el glande en su extremo libre
- ✓ Rodea la parte terminal de la uretra y funciona tanto para el aparato reproductor como para el urinario



Anatomía del aparato reproductivo de la hembra

✓ Los bovinos poseen en su aparato reproductor las siguientes estructuras:

- Dos ovarios
- Dos oviductos
- Dos cuernos uterinos
- Un útero
- Cérvix
- Vagina
- Vulva

✓ La vejiga está ubicada debajo del aparato reproductor, y está conectada a la apertura uretral en la base de la vagina

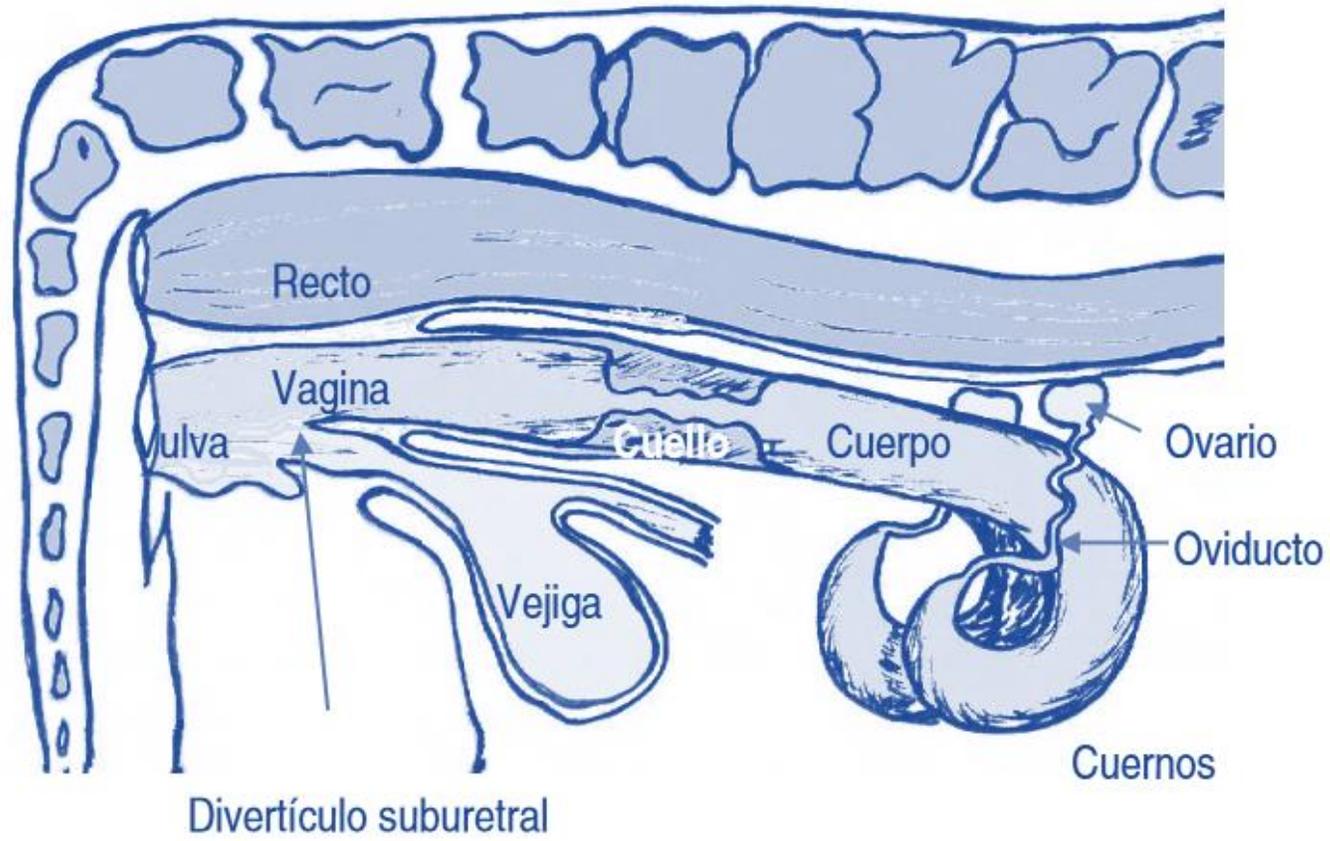


- ✓ La **vulva** es la apertura externa del aparato reproductor y posee dos estructuras: los labios y el clítoris
- ✓ Las principales funciones de la vulva son dejar pasar la orina, abrirse para permitir la cópula y ser parte del canal de parto
- ✓ Los Labios están ubicados a los lados de la apertura de la **vulva** y tienen aspecto seco y arrugado cuando la vaca no está en celo
- ✓ En la medida que el animal se acerque al celo, la **vulva** se hincha y toma apariencia rojiza y húmeda



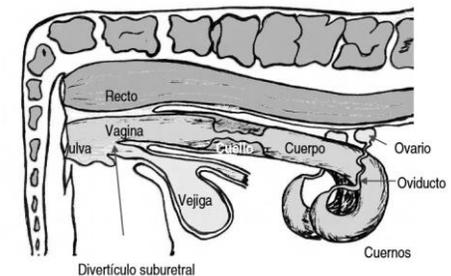
- ✓ La **vagina**, que tiene seis pulgadas de largo, se extiende desde el vestíbulo hasta el cérvix
- ✓ Durante la monta natural, el semen es depositado en la porción anterior de la vagina
- ✓ La vagina también sirve como parte del canal de parto al momento de dar a luz



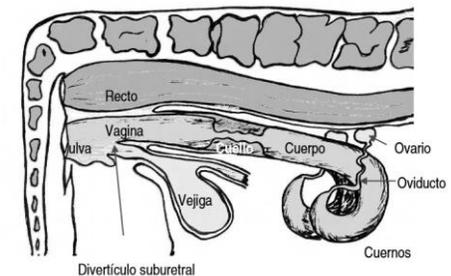


Aparato reproductor de una hembra bovina

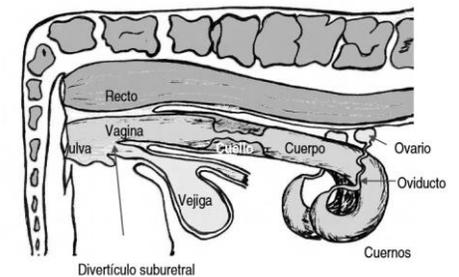
- ✓ El **cérvix** es un órgano de paredes gruesas, que establece la conexión entre la vagina y el útero
- ✓ Está compuesto de tejido conectivo denso y musculoso y es la principal referencia al inseminar una vaca
- ✓ La entrada al cérvix está proyectada hacia la vagina en forma de cono



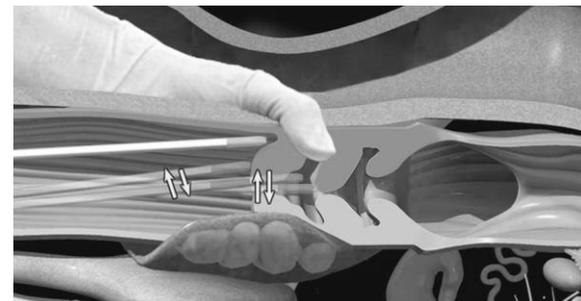
- ✓ La base ciega de este cono es llamada **fornix**
- ✓ El interior del **cérvix** contiene tres o cuatro anillos, a veces llamados pliegues
- ✓ Este diseño le facilita al cérvix ejercer su función principal, que es la de proteger el útero del medio ambiente exterior



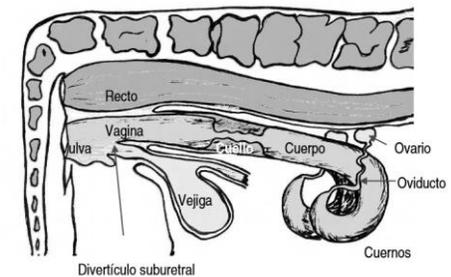
- ✓ El orificio anterior del cérvix conduce al cuerpo uterino
- ✓ Esta estructura de una pulgada de largo sirve de conexión entre los cuernos uterinos y el cérvix
- ✓ El cuerpo uterino es el sitio donde se deposita el semen durante la inseminación artificial



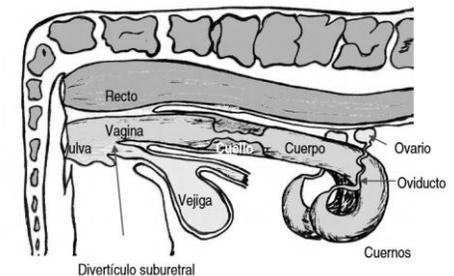
- ✓ El aprender a manipular el **cérvix** y sus anillos es el mayor obstáculo para aprender a inseminar
- ✓ A partir del cuerpo uterino, el tracto reproductor se divide y todos los órganos vienen en pares
- ✓ Los dos cuernos uterinos están formados por varias capas musculares y una intrincada red de vasos sanguíneos



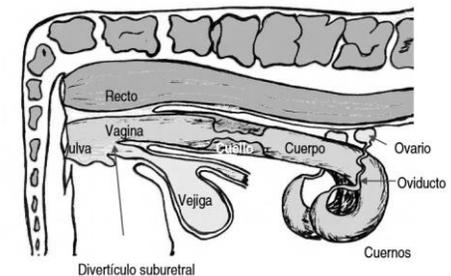
- ✓ La función principal del **útero** es proveer el ambiente óptimo para el desarrollo fetal
- ✓ Cuando una hembra es servida, ya sea por monta natural o por inseminación artificial, los músculos uterinos, bajo la influencia de la hormona oxitocina, se contraen rítmicamente para ayudar en el transporte de espermatozoides hacia el oviducto



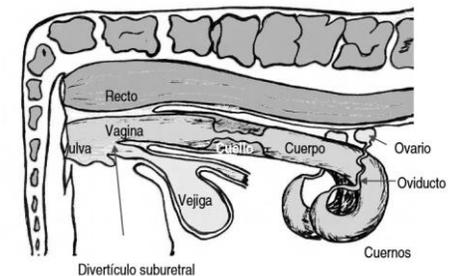
- ✓ Los oviductos también son llamados **trompas de falopio** tienen la función de conducir los óvulos
- ✓ Las estructuras que forman parte de los oviductos o **trompas de falopio** son el **istmo** que se ubica en la porción cercano al útero y la conexión útero – istmo o también denominada útero tubal



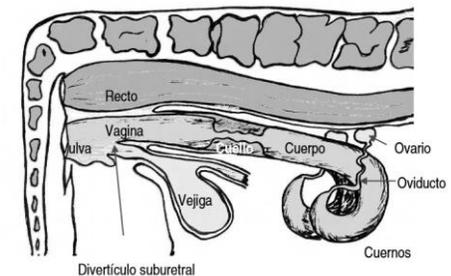
- ✓ El **Istmo** es el reservorio de los espermatozoides hábiles
- ✓ Cuando los espermatozoides llegan al Istmo, éstos se adhieren a las paredes
- ✓ Durante el periodo que los espermatozoides estén adheridos a las paredes del istmo, ocurren varios cambios en las membranas espermáticas, que son esenciales para que éstos adquieran la habilidad de fertilizar



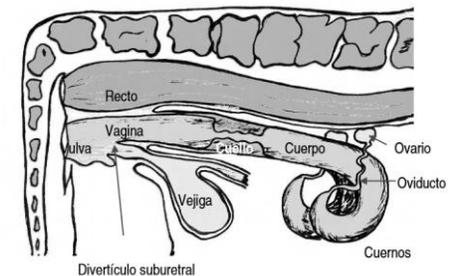
- ✓ Este proceso se denomina **capacitación espermática**
- ✓ La capacitación tarda aproximadamente seis horas a partir del momento de la inseminación
- ✓ Desde ese momento se desarrolla una población espermática capacitada para ejercer la fertilización



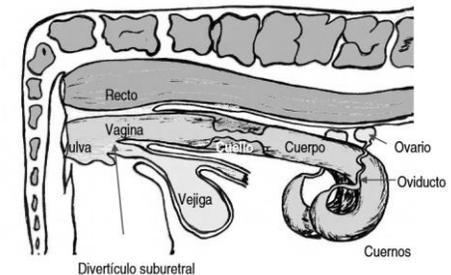
- ✓ La porción más alta del oviducto, cercana a los ovarios es llamada **Ámpula** y su diámetro interno es mayor que el Istmo
- ✓ Es en este segmento del oviducto donde ocurre la fertilización
- ✓ Se cree que una señal química, realizada al momento de la ovulación, es la que estimula la liberación de los espermatozoides de las paredes del **Istmo**, permitiéndoles continuar su viaje al sitio de la fertilización en el Ámpula



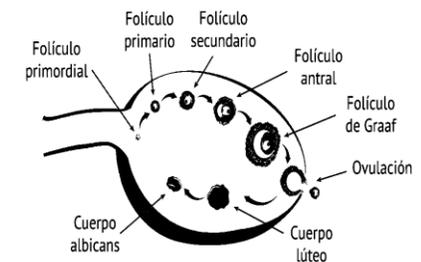
- ✓ Los óvulos son atrapados por una estructura ancha con forma de embudo ubicada al final del oviducto que rodea los ovarios cuyo nombre es **infundíbulo** la cual evita que los óvulos caigan a la cavidad abdominal
- ✓ Estructuras vellosas sobre el infundíbulo y dentro del ampulla, transportan el óvulo y su masa de células llamadas **cúmulos**, hacia el sitio de la fertilización



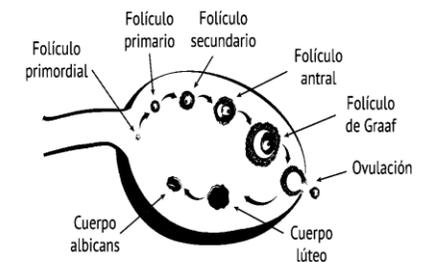
- ✓ Los **ovarios** son los órganos principales del aparato reproductor de la hembra y tienen dos funciones principales: la producción de óvulos y la producción de hormonas, principalmente, estrógenos y progesterona
- ✓ En la superficie del ovario se pueden encontrar dos estructuras diferentes: los **folículos** y el **cuerpo lúteo**



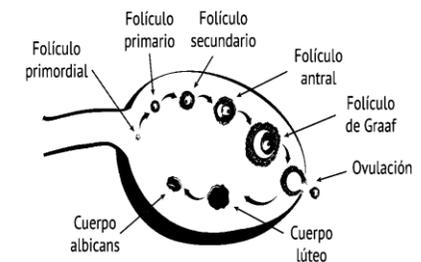
- ✓ Los **folículos** son estructuras llenas de fluidos, que contienen óvulos en desarrollo y usualmente se pueden encontrar varios folículos en cada ovario, que varían en tamaño desde casi visibles, hasta 30 mm de diámetro
- ✓ La otra estructura que se encuentra en la superficie del ovario es el cuerpo lúteo que crece sobre el sitio de la ovulación del ciclo anterior
- ✓ A menos que haya habido más de una ovulación en el ovario se debe de hallar solo un cuerpo lúteo



- ✓ El **folículo** más grande sobre el ovario es el dominante y es el que probablemente ovule cuando el animal entre en celo
- ✓ Con el tiempo, más del 95% de los otros folículos entran en regresión y mueren sin ovular, siendo reemplazados por una nueva generación de folículos en crecimiento



- ✓ El **cuerpo lúteo** normalmente tiene una corona sobre su estructura que facilita su identificación durante la palpación rectal, pero también puede tener una cavidad llena de fluidos con una pared más gruesa que tiene textura más tosca al tacto
- ✓ Aunque en su superficie el cuerpo lúteo tiene apariencia oscura, un corte transversal revela un amarillo rojizo en su interior
- ✓ Cuerpo lúteo o *corpus luteum* en latín significa Cuerpo Amarillo



Fisiología de la reproducción

- ✓ En una hembra no gestante, la periodicidad de un ciclo estral ocurre cada **21 días**
- ✓ En un ciclo estral el ovario tendrá un folículo grande, tal vez de 20 mm de diámetro
- ✓ Este folículo contiene un óvulo maduro, listo para ovular y está produciendo la hormona estrógeno



- ✓ El **estrógeno** es una hormona producida por las células que rodean al óvulo y es transportado en la sangre a todas partes del cuerpo provocando diferentes reacciones en otros órganos
- ✓ El **estrógeno** hace que el útero de las hembras sea más sensible a estímulos y ayude al transporte de espermatozoides después de la monta natural o inseminación y permite que el cérvix secrete un moco viscoso que fluye y lubrique la vagina
- ✓ El **estrógeno** es responsable de los síntomas externos del celo de las hembras como son la presencia de una vulva rojiza y ligeramente inflamada, que las vacas admiten que otras las monten, dejan de comer, mugen frecuentemente y mantienen sus orejas erectas



Ciclo estral

- ✓ En el **día 1** el folículo se rompe, permitiendo la salida del óvulo al infundíbulo que lo espera
- ✓ La producción de estrógenos cesa varias horas antes de la ovulación, causando que la vaca no muestre más síntomas de celo
- ✓ Después de la ovulación, un nuevo tipo de células llamadas células luteicas, crecen en el sitio donde se realizó la ovulación
- ✓ Durante los próximos cinco o seis días, estas células crecen rápidamente para formar el cuerpo lúteo



- ✓ El cuerpo lúteo produce la hormona progesterona que prepara al útero para la gestación y bajo su influencia el útero produce una sustancia nutritiva destinada al embrión llamada leche uterina
- ✓ En forma paralelo la progesterona permite que se forme un tapón mucoso en el cérvix el que evita que entren bacterias o virus u otros elementos contaminantes al útero
- ✓ La progesterona evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de hormona folículo estimulante desde la glándula pituitaria e inhibe la producción de estrógenos factor clave para la mantención de la gestación



- ✓ Los días 16 a 18 del ciclo estral se conoce como el periodo de reconocimiento materno donde el útero detecta y reconoce la presencia de un embrión en crecimiento
- ✓ Si no se detecta algún embrión el útero comienza a producir la hormona prostaglandina que destruye el cuerpo lúteo
- ✓ Cuando se destruye el cuerpo lúteo cesa la producción de progesterona y la glándula pituitaria empieza a secretar la hormona folículo estimulante cuya presencia estimula a que un folículo crezca y secrete estrógenos con lo que la hembra vuelve al celo
- ✓ Con esto se ha completado un ciclo en un periodo de **21 días**



- ✓ El ciclo estral es subdividido en dos fases basado en la hormona dominante o en la estructura ovárica presente en cada fase: **Fase Luteica** y **Fase Folicular**
- ✓ La **fase luteica** empieza con la formación del cuerpo lúteo cinco a seis días después del celo y termina cuando ésta entra en regresión entre los 17 y 19 días del ciclo
- ✓ Durante esta fase, los niveles de progesterona son altos y los de estrógeno son bajos



- ✓ La **fase folicular** comienza cuando el cuerpo lúteo entra en regresión y termina con la formación del cuerpo lúteo en el nuevo ciclo lo que significa que esta fase abarca el periodo cuando el animal presenta los síntomas externos del celo
- ✓ Durante esta fase los niveles de estrógenos son altos y los de progesterona son bajos



- ✓ La **fase folicular** comienza cuando el cuerpo lúteo entra en regresión y termina con la formación del cuerpo lúteo en el nuevo ciclo lo que significa que esta fase abarca el periodo cuando el animal presenta los síntomas externos del celo
- ✓ Durante esta fase los niveles de estrógenos son altos y los de progesterona son bajos
- ✓ El periodo en que la vaca está en celo (estro) es muy corto situación que hace que bajo condiciones de campo en sistemas pastoriles este proceso pase en la reproducción pase inadvertido



- ✓ Las vacas pueden entrar en celo durante la noche sin que pueda ser observada
- ✓ La conducta de la vaca en celo es peculiar y se puede identificar en forma fácil a través de la observación
- ✓ La vaca en celo posee impulsos homosexuales manifestados por el deseo de cubrir a otras vacas
- ✓ Las vacas que no están en celo tienden a montar a las que están en celo
- ✓ Siempre la vaca en celo muestra deseo de permanecer quieta dejándose montar lo que es el síntoma definitivo que demuestra que la vaca está en celo



- ✓ Durante el periodo que la hembra permanece en celo (14 a 18 horas) la vaca manifiesta mucha inquietud y ansiedad. Es normal que camine más de lo normal, brome con frecuencia y deje de comer y descansar
- ✓ La actividad de monta crecer al aumentar el número de vacas en celo en un mismo día
- ✓ El número de montas por vaca aumenta de dos a cuatro veces cuando dos o más vacas entran en celo en forma simultanea
- ✓ Esto determina que las vacas en celo son detectoras del celo



- ✓ Durante este periodo el aparato genital de las hembras está bajo el dominio de los estrógenos
- ✓ En este periodo hay un incremento evidente de la secreción glandular caracterizada por la salida desde la vulva de una mucosidad viscosa, transparente, cuyo olor atrae y excita al toro
- ✓ Las vacas en celo permiten la monta por otras vacas o del toro



- ✓ Existen otros signos indicadores del celo son la presencia de colas sucias con mucosidad, denudación de pelos en la cola y grupa producto de sucesivas montas y manchas en los extremos del abdomen producto de la actividad de las patas de los animales montantes
- ✓ La duración del estro es diferente entre vacas (17 horas) y vaquillas (15 horas) con una distribución similar entre el día y la noche
- ✓ Las hembras que inician el celo en la tarde tienen una duración mayor (2 a 4 horas) que aquellos que se inician en la mañana, siendo la cópula el principal acelerante del fin del estro



- ✓ La duración del celo depende de la estación el año. En verano el celo es más prolongado que en invierno
- ✓ La intensidad de los celos es menor en vacas gordas y es mayor en aquellas que son más productoras de leche que las de carne
- ✓ La monta entre vacas se realiza en ciclos de más o menos 20 minutos, por lo que un buen detector de celo permanece en el rebaño de las vacas y vaquillas por al menos 30 minutos
- ✓ Existen detectores de celo que ayuda a los operadores y que son muy útiles en sistemas extensivos. Estos detectores son pinturas o parches que cambian de color lo cual demuestra que la vaca ha sido montada



Estructura tubo-ováricas de la vaca

Características de las estructuras tubo-ováricas de la vaca

Órgano	Vaca
Forma del ovario	Forma ovoide (semeja a una almendra)
Peso de los ovarios (g)	10 a 20
Número de folículos que maduran	1 a 2
Bolsa ovárica	Ancha y abierta
Longitud del oviducto (cm)	25
Tipo de útero	Bipartido
Longitud de los cuernos (cm)	35 a 45
Cervix (cm)	8 a 10
Longitud de la vagina (cm)	25 a 30
Diámetro de los folículos (mm)	12 a 19
Diámetro del cuerpo lúteo (mm)	20 a 25

✓ El ciclo estral posee cuatro fases denominadas: Proestro, Estro, Metaestro y Diestro

- El Proestro se presenta entre 1 y 3 días
- El Estro se verifica entre las 10 y 12 horas
- El Metaestro se encuentra entre 1 y 3 días
- El Diestro se presenta entre 4 y 18 días



- ✓ En el **proestro** la vulva y el vestíbulo se encuentran ligeramente congestionados y las vacas manifiestan externamente cierta inquietud
- ✓ En esta etapa las hembras se encuentran bajo la influencia de las hormonas hipofisarias folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH)
- ✓ La siguiente etapa corresponde al **estro** donde las hembras presentan el reflejo de aceptación donde las vacas se montan y se dejan montar. En este periodo crece y madura uno o dos folículos de un grupo que se encuentra en crecimiento y secretando estrógenos



- ✓ Los estrógenos actúan sobre el cerebro de las hembras que generan los cambios en el comportamiento característicos del **estro** o calor
- ✓ Existe una hiperemia del vestíbulo vaginal y se percibe una disminución en la producción de leche
- ✓ Se manifiesta la presencia de moco estral que es transparente y limpio (cristalino) a veces en hilos muy grandes que fluyen de la vulva



- ✓ En el **metaestro** se presenta una discreta descarga mucosa y puede presentarse sangrado metaestral
- ✓ En el **diestro** no existen manifestaciones externas de celo pues se encuentra bajo la influencia de la progesterona



- ✓ Son las altas concentraciones de estrógenos que causan un incremento de la hormona luteinizante que da origen a la ovulación al final del **estro**
- ✓ Después de la ovulación lo que queda del folículo se transforma en el cuerpo lúteo que secretará progesterona y prepara al tracto reproductivo para la gestación
- ✓ Si la fecundación tiene éxito el cuerpo lúteo continúa secretando **progesterona** durante la mayor parte de la gestación que previene las futuras actividades esteroides y las ovulaciones



- ✓ Si no hay fecundación o el embrión muere antes del día 14 o 15 del ciclo, el cuerpo lúteo es destruido por la acción de la **prostaglandina** F2 α (PGF2 α) secretada por el útero y la oxitocina secretada por el ovario
- ✓ La acción anterior admite que se genere un nuevo ciclo estral y permite a la hembra tener futuras oportunidades para quedar gestante



- ✓ Los signos externos del **estro** son bastante evidentes entre los cuales se pueden encontrar:
 - Enrojecimiento e inflamación de la vulva
 - Secreción de mucosidad vulvar
 - Relajo de los ligamentos pélvicos
 - Mugidos frecuentes
 - Reducción del apetito y producción de leche
 - Quietud cuando son montadas por el toro u otras vacas

- ✓ En condiciones naturales los toros intentan montar a las hembras que están en celo y las hembras interactúan montándose entre ellas durante el celo



- ✓ La extensión del periodo de celo de las hembras cambia según la raza, factores ambientales, alimentación, elementos sociales (dominancia), presencia de enfermedades y problemas podales
- ✓ Las razas bovinas de clima templado presentan un celo que en promedio tiene una duración de 15 horas mientras que en las cebuínas y utilizadas en el trópico la extensión del celo es de 10 horas



- ✓ El **estro** se manifiesta en forma evidente en las vacas cuando se deja montar por otra vaca o el toro
- ✓ Este periodo dura entre 4 y 27 horas con un promedio de 18 horas
- ✓ El lapso entre celos es de 20 a 21 días



- ✓ La ovulación que involucra la liberación de óvulos desde un folículo maduro ocurre entre las 24 y 30 horas después de la aparición del estro, esto es, entre 10 y 12 horas después de que termina el celo
- ✓ La finalización del estro supone la liberación del óvulo del folículo momento en que se desarrolla el cuerpo lúteo
- ✓ El cuerpo lúteo controla el ciclo estral de entre 15 y 18 días por acción de la hormona progesterona



- ✓ Si la fertilización ocurre y la vaca queda gestante el cuerpo lúteo será el encargado de mantener la gestación de la vaca
- ✓ Si no existe fertilización falla el cuerpo lúteo involuciona alrededor de 16 días después del último celo lo que permite que otro folículo madure y libere un óvulo nuevo



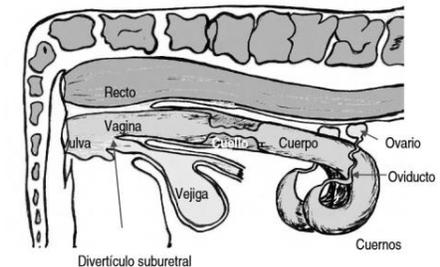
- ✓ El óvulo se desarrolla en el interior del folículo y bajo influencia de la hormona folículo estimulante (FSH) que produce la hipófisis
- ✓ Las hembras cuando nacen poseen en sus ovarios entre 50.000 y 200.000 ovocitos o potenciales folículos
- ✓ A los dos años la mayoría de estos ovocitos han muerto y solo quedan unos 5.000 en cada ovario



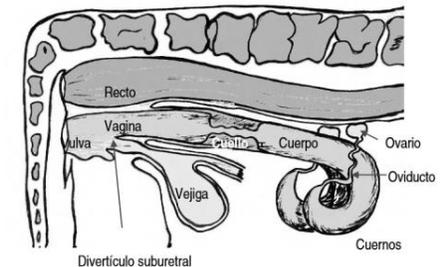
- ✓ De los óvulos que hay en el ovario solo uno es liberado en cada estro
- ✓ En cada estro crecen entre 20 y 50 folículos y sólo uno se torna en dominante por su mayor crecimiento y el resto involuciona
- ✓ Hay que consignar que el líquido folicular contiene la hormona estrogénica, responsable de la aparición del estro en las vacas



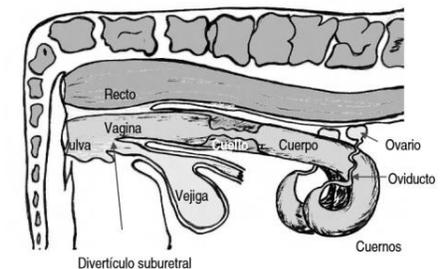
- ✓ La ovulación es inducida por la hormona de origen hipofisiario luteinizante (LH)
- ✓ Cuando el ovulo es liberado baja a la trompa de Falopio y de ahí al extremo superior del cuerpo uterino
- ✓ Si en ese lugar no es fertilizado en las siguientes 10 horas el óvulo morirá



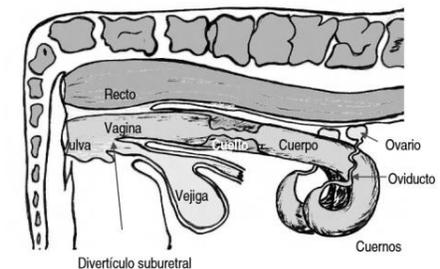
- ✓ La fertilización del ovocito ocurre en el oviducto (trompas uterinas) y el embrión resultante ingresa al útero después de 4 días.
- ✓ El embrión desarrolla en forma acelerada la división celular y crecimiento
- ✓ La implantación en el útero se realiza en un periodo de 25 a 35 días después de la fecundación



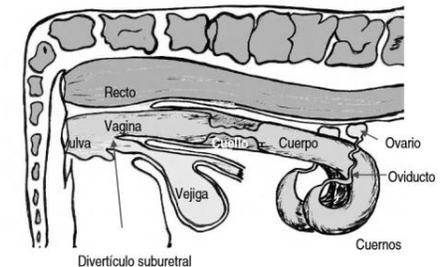
- ✓ El embrión toma la denominación de feto a los 45 días de la fertilización
- ✓ El promedio de duración de la gestación es de **285 días**
- ✓ Al final de la gestación, la hembra desarrolla las labores del parto que en condiciones normales posee tres etapas:
 - Dilatación del canal de parto (2 a 6 horas)
 - Expulsión del ternero (30 a 40 minutos)
 - Eliminación de las membranas fetales (2 a 6 horas)
- ✓ El proceso completo debiese tener una duración de entre 8 y 12 horas



- ✓ Finalizado el parto en la hembra se inicia un periodo de recuperación del tracto reproductivo llamado **involución uterina**
- ✓ La recuperación del tamaño normal del útero se demora entre 25 y 35 días
- ✓ Este periodo se puede retrasar por infecciones a causa del parto, distocia, retención placentaria o prolapso uterino



- ✓ La aparición de celos post parto es un proceso que está relacionado con la recuperación de las funciones de los órganos que controlan las hormonas en la vaca, hipotálamo en el cerebro, la hipófisis debajo de este, y el ovario en el abdomen
- ✓ Las vacas demuestran signos de calor de entre los 30 a 60 días post parto
- ✓ El retraso en la ocurrencia de este evento da como resultado una baja en la eficiencia reproductiva del rebaño



Eventos reproductivos

- ✓ La reproducción es una secuencia de eventos que se inicia con el desarrollo del sistema reproductivo en el embrión
- ✓ Luego del nacimiento el animal crece hasta alcanzar la pubertad donde adquiere la capacidad de producir gametos fértiles
- ✓ Ocurrida de fertilización que corresponde a la unión del ovulo con los espermatozoides se inicia el desarrollo del embrión
- ✓ El embrión se conecta con el útero a través de la placenta
- ✓ La placenta permite al feto crecer y desarrollarse hasta el nacimiento
- ✓ El feto totalmente desarrollado nace y la madre debe reestablecer la ciclicidad para poder quedar preñada nuevamente



Pubertad

- ✓ La pubertad es el período en que los animales hembras y machos adquieren la madurez sexual o capacidad para reproducirse
- ✓ En este periodo aparecen los primeros caracteres sexuales secundarios y se presenta un desarrollo acelerado de los órganos genitales
- ✓ Desde el nacimiento hasta el período prepuberal los animales presentan un crecimiento gradual de los órganos reproductivos acorde al desarrollo del cuerpo
- ✓ Es en la pubertad que los animales presentan un desarrollo máximo de los genitales



- ✓ La pubertad en las **hembras bovinas** de carne se logra cuando presentan su primer estro por la ovulación y maduración del cuerpo lúteo en el ovario
- ✓ La ocurrencia de la pubertad está definida por factores endógenos como son el genotipo, peso y tamaño de los animales y por factores exógenos como son la nutrición de los animales, fotoperiodo, condiciones climáticas, métodos de crianza entre otros



- ✓ La **nutrición pre destete** de las terneras es determinante para la expresión de pubertad
- ✓ Terneras alimentadas en forma balanceada logran alcanzar la pubertad a menor edad y mayor peso
- ✓ El peso en sí de las terneras no es determina la aparición de la pubertad sino que es la relación peso edad
- ✓ Si una ternera esta mal nutrida y alimentada va a obtener la pubertad a edad mas tardía



- ✓ La ganancia de peso diaria que se genera en las terneras desde el nacimiento hasta el destete tiene una correlación negativa, esto es, a mayor ganancia diaria de peso menor será la edad que la ternera necesitara para lograr el primer celo ovulatorio
- ✓ Las terneras de mayor peso al destete manifiestan en forma mas rápida el primer celo dado que por cada 100 gramos de ganancia incremental de peso la ocurrencia de la pubertad se reduce entre 15 a 20 días
- ✓ Existe una correlación entre el peso al destete de las terneras y el peso a la pubertad
- ✓ Por cada kilo que posea una ternera al destete el peso a la pubertad se incrementará e 0,8 kg PV



- ✓ La **nutrición post destete** es otro factor relevante en la ocurrencia de la pubertad en las terneras
- ✓ A mejor nutrición post destete de las terneras menor edad y mayor peso se logra a la pubertad
- ✓ Bajo condiciones de subalimentación se produce un retraso en la aparición de la pubertad
- ✓ En condiciones de adecuada nutrición los cambios que ocurren en los rebaños en la aparición de la en la edad a la pubertad son consecuencia de otros factores y no a las diferencias en la tasa de crecimiento



- ✓ Bajo nivel de proteína en la dieta limita el consumo de energía y con ello se produce un retraso en la aparición de celo en las terneras
- ✓ Existen dos mecanismos simultáneos que interfieren en la aparición de la pubertad y con ello los celos de las terneras:
 - Con bajo nivel de proteínas en la dieta se inhibe directamente el proceso reproductivo
 - Con bajo nivel de proteínas se reduce el consumo de alimentos y de energía



- ✓ La **desnutrición** no impide que se presente la pubertad de las terneras aun cuando esta se pueda ver retrasada hasta niveles de duplicar la edad de aparición
- ✓ La alimentación excesiva permite la expresión de la pubertad cuando los animales poseen la edad umbral de acuerdo con su raza o cruza



- ✓ Los animales de carne generalmente alcanzan la pubertad cuando logran entre el 50 y 60% de su peso adulto (200 a 250 kg PV)
- ✓ La edad en que se alcanza la pubertad está determinada por el genotipo, nutrición, manejo, temperatura ambiental, época y año de nacimiento y condiciones sanitarias
- ✓ La edad a la cual pueden alcanzar la pubertad los animales de carne es muy variable y fluctúan entre 12 y 30 meses



- ✓ La **madurez sexual** de las hembras no es sinónimo de estar en condiciones para el encaste y la preñez
- ✓ Las hembras bovinas además de la madurez sexual deben alcanzar la madurez reproductiva para ser sometidas al encaste y preñez
- ✓ La madurez reproductiva es el estado en que las hembras están capacitadas para ser preñadas sin afectar el desarrollo corporal futuro



- ✓ Si a las hembras se les exige una preñez anticipada, antes de alcanzar la madurez reproductiva se produce una depresión en el desarrollo corporal atribuible a la alteración de la actividad reguladora del crecimiento ejercida por la glándula pituitaria y por una deficiencia nutricional
- ✓ En los bovinos existe una correlación entre la edad de la pubertad y la fertilidad
- ✓ La correlación entre la pubertad y la eficiencia reproductiva es negativa. Esto significa que cuando los animales presentan la pubertad a menor edad mejor será su eficiencia reproductiva lo que se traduce en una mayor fertilidad y longevidad productiva del rebaño



- ✓ La **raza** es un factor determinante en la época de aparición de la pubertad
- ✓ Las razas de menor tamaño llegan a la pubertad a una edad más temprana
- ✓ Independiente de la raza se mantiene la norma que menciona que a mejor nutrición y alimentación de las terneras menor edad y mayor peso logran a la pubertad
- ✓ Las cruzas entre razas continentales son menos precoces que las cruzas entre razas británicas



Efecto de la raza en la edad y peso a la pubertad

Raza	Bien alimentados		Mal alimentados		% Reducción PV
	Edad (días)	Peso vivo (kg)	Edad (días)	Peso vivo (kg)	
Angus	337	251	396	233	7,17
Hereford	413	306	457	269	12,09
Shortorn	318	243	413	226	7,00

Fuente: adaptado de Wiltbank *et al.*, 1966



- ✓ Las ternaras nacidas producto de la cruza entre razas habitualmente son más rápidas en alcanzar la pubertad que las razas puras
- ✓ La heterosis adelanta la madurez fisiológica generando una más temprana aparición del primer celo
- ✓ El efecto del vigor híbrido sobre la edad a la pubertad está relacionado con la mayor velocidad de crecimiento y con una manifestación intrínseca de la cruza
- ✓ Las terneras producidas a partir de la cruza de razas insulares tienden a alcanzar la pubertad antes que la raza parenteral



Efecto de la cruce de razas en el peso de las hembras a la pubertad

Raza del padre	Raza de la madre	
	Hereford	Angus
Hereford	269	278
Angus	280	274
Charolaise	306	339
Jersey	237	219
Simmenthal	301	290
Limousin	287	273
Promedio	280	279

Fuente: adaptado de Laster *et al.*, 1972



- ✓ El **sexo** es otro factor que determina la edad de ingreso a la pubertad de los terneros
- ✓ En el promedio de un rebaño las hembras alcanzan la pubertad a edad más temprana que los machos dentro de la misma raza y con la misma alimentación
- ✓ Hay evidencia que la progenie hembra nacida a partir del encaste de toros con mayor **tamaño testicular** (mayor circunferencia escrotal) que el promedio, inician a más temprana edad su ciclo estral
- ✓ Lo anterior significa que hay una correlación positiva entre circunferencia escrotal del padre y menor edad a la pubertad de las hijas



- ✓ La pubertad en los **machos bovinos** es un proceso gradual que incluye la producción de espermios y la capacidad de monta
- ✓ Los terneros muestran libido antes del año, pero la fertilidad se logra a partir de los 14 a 16 meses de edad
- ✓ En bovinos, se logra la pubertad en el tiempo que el macho es capaz de dejar gestante a una vaca



- ✓ Para que un macho logre dejar gestante a un hembra requiere eyacular 50 millones de espermatozoides de los cuales al menos el 10% deben mostrar motilidad precoz
- ✓ El volumen de semen por eyaculación varía de 2 a 5 ml en toros jóvenes y de 5 a 15 ml en toros maduros
- ✓ Una muestra normal de semen contiene de 1 a 3 billones de espermatozoides por ml , con un 60% de los espermatozoides activos con motilidad vigorosa



Eficiencia reproductiva

- ✓ La eficiencia reproductiva se evalúa a través de parámetros específicos que permiten proveer al productor indicadores de la reproducción necesarios para mejorar la eficiencia del manejo del rebaño de bovinos de carne
- ✓ **Índice de concepción:** corresponde al porcentaje de hembras preñadas con respecto a aquellas que fueron encastadas. La información de gestación se logra a través del diagnóstico vía palpación rectal o ecografía
- ✓ **Índice de gestación o preñez:** es el porcentaje de hembras preñadas con respecto a al total de hembras viables de quedar gestantes en el rebaño



- ✓ **Índice de parición o porcentaje de parición:** es el porcentaje de hembras paridas durante una temporada respecto al total de hembras sometidas a encaste
- ✓ **Número de concepciones por servicios:** Es la cantidad de servicios necesarios para que una vaca quede gestante. Se considera aceptable de 1,5 a 1,8 servicios por concepción, valor que depende de diversos factores como son la eficiencia en la detección de celos, calidad del semen, técnica de inseminación, manejo del semen, reabsorciones embrionarias, entre otros



- ✓ **Índice de no retorno o concepción aparente:** este parámetro mide la eficiencia del proceso de encaste en un sistema con inseminación artificial. Se define como el porcentaje de hembras gestantes respecto al número de hembras encastadas o inseminadas. Es un valor que va cambiando en el rebaño y se mide a los 30, 60 o 90 días post encaste

- ✓ **Intervalo entre partos:** es un parámetro fundamental al evaluar la eficiencia reproductiva de un rebaño o de un animal individual . Se mide en días y es posible evaluarlo de tres formas diferentes:
 - Intervalo entre el parto y el siguiente celo
 - Intervalo entre el celo y la siguiente gestación
 - Intervalo entre la gestación y el siguiente parto



- ✓ Los parámetros de eficiencia cambian según las condiciones de crianza y de cada rebaño
- ✓ Se considera adecuado que en un sistema de producción de carne el lapso inter partos sea de un año, que el periodo de gestación sea de 285 días y que la hembra debe quedar gestante entre los 80 y 85 días post parto
- ✓ Todos estos valores están supeditados a la actividad reproductiva del rebaño y a la capacidad del inseminador de detectar a tiempo el celo de las vacas



Reproducción en bovinos de carne

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero Agrónomo
Facultada de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente
Universidad de la Frontera

Cátedra de Producción de Carne
2024